



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

CONTRIBUTO PARA O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA ALTERAÇÃO DE USO NOS EDIFÍCIOS

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Civil, na especialidade de Reabilitação de Edifícios

Pedro Miguel Alves Farias

Orientador: Prof. Doutor Miguel P. Amado

Lisboa

2010

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram e acompanharam não só a execução deste trabalho mas toda esta caminhada académica.

À minha família, em particular aos meus pais pelo excelente trabalho a desempenhar o papel de exemplo, pelo carinho e incentivo e à minha irmã por todo o apoio e compreensão, e pela interminável ajuda neste trabalho.

À única pessoa que infelizmente não teve oportunidade de me acompanhar nesta fase final e para quem teria sido importante, um muito obrigado por tudo.

A ti, por estares lá sempre.

Aos meus amigos, por tudo... e por nada.

Ao Prof. Doutor Miguel Amado pelo aconselhamento, pela oportunidade e por todo o conhecimento transmitido.

Aos Eng. Ricardo Duarte e Eng. Hugo Neves pela informação fornecida e disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas.

A quem ler este trabalho sem ser obrigado, por confirmar a importância que eu penso que este tema tem, ou pelo menos deveria ter, nos dias de hoje.

O sector da construção atravessa actualmente uma fase de transição na qual se procura inverter o excesso de consumo de recursos verificado ao longo dos últimos dois séculos. Este sector é responsável pelo consumo de grande parte dos recursos naturais não renováveis, por um elevado consumo de energia e pela produção excessiva de resíduos em todas as fases do seu processo produtivo. Deste modo, é de enorme importância para a sociedade a existência de um processo de construção baseado no princípio do Desenvolvimento Sustentável que seja capaz de diminuir os impactos negativos resultantes da actividade actual.

Uma das soluções existentes, que tem ganho força um pouco por todo o mundo, é o processo de reabilitação de edifícios existentes com alteração de uso. Este processo por si só permite diminuir a produção de resíduos de demolição e o consumo de recursos associado à construção nova. Quando complementado por um conjunto de acções de cariz sustentável, garante a diminuição dos consumos energéticos e de recursos ao longo de toda a sua fase de utilização e melhora a salubridade do ambiente construído.

Assim, com o intuito de contribuir para a melhoria das características do parque edificado e, consequentemente, da qualidade de vida das pessoas, é apresentada uma contribuição para o processo de construção da alteração de uso nos edifícios, baseado no conceito da Construção Sustentável. Este processo é constituído por um conjunto de acções que englobam todas as fases do ciclo de vida do edifício.

Palavras-Chave: Alteração de usos, construção, Desenvolvimento Sustentável, processo.

ABSTRACT

The construction industry is currently undergoing a transition phase through which it is trying to correct the excess of resource consumption occurred during the last two centuries. This industry is responsible for the consumption of most non-renewable resources, a high consumption of energy and for and excessive production of waste in all phases of its production process. Thus, the existence of a building process based on the principle of Sustainable Development capable of reducing the negative impacts resulting from the current activity is of enormous importance to the society.

One of the present solutions, which is wide spread nearly all over the world, is the process of rehabilitation of existing buildings with change in use. This process alone can reduce the creation of demolition waste and resource consumption associated with new construction. When complemented with a set of sustainable actions, it ensures the reduction of energy consumption and resources throughout the utilization phase and improves the health of the built environment.

Thus, in order to contribute to the improvement of building's characteristics and consequently to society's quality of life, a building construction process of change in use, based on the principle of sustainable construction, is presented. This process consists of a set of actions that encompass all phases of the building's lifecycle.

Keywords: Adaptive reuse, construction, Sustainable Development, process.

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CFC – Clorofluorcarbonetos

EPS – Poliestireno Moldado

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ETIC – External Thermal Insulation Systems

HCFC – Hidroclorofluorcarbonetos

ONU – Organização das Nações Unidas

PEC – Primary Energy Consumption (Consumo de Energia Primária)

PUR – Espuma de Poliuretano

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

REAE – Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RGR – Regulamento Geral do Ruído

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SBS – Sick Building Syndrome (Síndrome do Edifício Doente)

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior no Edifícios

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

XPS – Poliestireno Extrudido

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento e importância do tema	1
1.2. Objectivos do trabalho	2
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura e organização.....	3
2. ESTADO DE REFERÊNCIA	7
2.1. Caracterização da evolução dos edifícios	7
2.1.1. Breve história da construção	7
2.1.2. O parque edificado.....	14
2.1.3. Sistemas construtivos.....	17
2.1.4. Considerações finais	24
2.2. Parâmetros de funcionalidade.....	25
2.2.1. Conceitos	25
2.2.2. Considerações finais	31
2.3. Adaptação de edifícios a novos usos	31

2.3.1. Enquadramento.....	31
2.3.2. Oferta de espaços desocupados	32
2.3.3. Factores para a alteração e adaptação de edifícios	34
2.3.4. Vantagens da alteração e adaptação de edifícios.....	37
2.3.5. Exemplos internacionais	37
2.3.6. Considerações finais.....	47
2.4. Construção Sustentável	48
2.4.1. Conceito	48
2.4.2. Sustentabilidade na construção	50
2.4.3. Processo de construção sustentável.....	53
2.4.4. Soluções para conservação de energia e conforto ambiental	58
2.4.5. Gestão do consumo de água.....	72
2.4.6. Materiais e produtos	73
2.4.7. Considerações finais.....	78
3. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA ALTERAÇÃO DE USO NOS EDIFÍCIOS	79
3.1. Enquadramento	79
3.2. Processo de construção	80
3.3. Análise do edifício existente	81
3.4. Detecção e avaliação de anomalias	82
3.5. Definição do programa.....	82
3.6. Projecto de alteração	83
3.7. Desconstrução e demolição.....	84
3.8. Reabilitação.....	85
3.9. Utilização e manutenção	86

3.10. Monitorização.....	88
3.11. Considerações finais	88
4. CASO DE ESTUDO.....	89
4.1. Convento dos Inglesinhos	89
4.1.1. Apresentação.....	89
4.1.2. Caracterização.....	90
4.2. Reabilitação	91
4.2.1. Objectivos	91
4.2.2. Estado dos edifícios	92
4.2.3. Soluções adoptadas	93
4.3. Sustentabilidade e eficiência.....	94
4.3.1. Medidas.....	94
4.3.2. Vantagens na adopção do processo de construção.....	95
4.4. Ficha de projecto.....	98
4.5. Considerações finais	98
5. CONCLUSÕES.....	101
6. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	105
7. BIBLIOGRAFIA	107
ANEXOS	115
ANEXO I - Manual de Utilização	117
ANEXO II - Manual de Manutenção.....	119
ANEXO III – Ficha de Projecto	121

Figura 1.1 - Metodologia do trabalho.....	3
Figura 2.1 - Ponte de Coalbrookdale.....	10
Figura 2.2 - Palácio de Cristal.....	10
Figura 2.3 - Alguns exemplos de estruturas de ferro e vidro	11
Figura 2.4 - Sistema de uniões rígidas em betão armado de Hennebique	12
Figura 2.5 - Nova Iorque em meados do século XX	13
Figura 2.6 - Evolução das paredes exteriores em Portugal no século XX	20
Figura 2.7 - Gasometer City: tanques A, B, C e D.....	39
Figura 2.8 - Corte dos reservatórios e zonas públicas: centro comercial e sala de espectáculos	39
Figura 2.9 - Tanque A: interior e corte esquemático.....	39
Figura 2.10 - Tanque B: vista do novo edifício e corte esquemático	40
Figura 2.11 - Tanque C: interior e corte esquemático	40
Figura 2.12 - Tanque D: interior e corte esquemático.....	41
Figura 2.13 - Reservatório de água de Jægersborg, estrutura original e hipóteses de reabilitação	42
Figura 2.14 - Reservatório de água de Jægersborg: divisão vertical por função; corte esquemático dos vários pisos.....	42
Figura 2.15 - Exterior do reservatório de água de Jægersborg.....	43
Figura 2.16 - Interior das habitações de estudantes do reservatório de água de Jægersborg	43
Figura 2.17 - Catedral como parque de bicicletas; maquetes da transformação para livraria	44

Figura 2.18 - Livraria Selexyz Dominicaen: exterior; corredor central com expositor.....	44
Figura 2.19 - Livraria Selexyz Dominicanen: zona de leitura; cafetaria; expositor	45
Figura 2.20 - The High Line: mapa; troço original da linha.....	46
Figura 2.21 - Praça da 10th Street: projecto; praça em construção	46
Figura 2.22 - Desenvolvimento do espaço envolvente da High Line.....	47
Figura 2.23 – Evolução dos paradigmas da construção.....	51
Figura 2.24 - Esquema do processo de construção sustentável	54
Figura 2.25 - Esquema detalhado do processo de construção sustentável.....	55
Figura 2.26 - Esquema de boa (esquerda) e má (direita) orientação solar.....	60
Figura 2.27 - Ganhos directos	60
Figura 2.28 - Parede de Trombe	61
Figura 2.29 – Estufa	62
Figura 2.30 - Ventilação por acção do vento.....	63
Figura 2.31 - Ventilação por efeito combinado.....	63
Figura 2.32 - Sistema de fachada dupla.....	64
Figura 2.33 - Orientação dos envidraçados	65
Figura 2.34 - Efeitos de geometria e posição dos envidraçados na iluminação de compartimentos	65
Figura 2.35 - Painéis solares.....	66
Figura 2.36 - Sistemas de circulação de painéis solares térmicos	67
Figura 2.37 - Células fotovoltaicas.....	68
Figura 2.38 - Componentes de um aerogerador.....	69
Figura 2.39 - Corte transversal de uma barragem; esquema de uma turbina de uma central hidroeléctrica	70
Figura 2.40 - Tipos de captação de energia geotérmica	71
Figura 2.41 - Biomassa sólida	71
Figura 3.1 - Estrutura do processo de construção na alteração de uso nos edifícios	80
Figura 4.1 - Vista aérea dos edifícios do Convento dos Inglesinhos.....	89
Figura 4.2 - Edifício muito degradado; refeitório em excelente estado de conservação	92
Figura 4.3 - Área de empolamento e destacamento de reboco; estado das mansardas.....	93

Figura 4.4 - Painéis existentes no edifício do colégio	93
Figura 4.5 - Estrutura metálica de suporte do novo pavimento.....	94
Figura 4.6 - Vista do Convento a partir da Rua João Pereira da Rosa antes e depois da obra	98
Figura 4.7 - Hall de entrada do empreendimento após a obra.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Edifícios por época de construção em Portugal	15
Gráfico 2.2 - Estado de conservação do edificado	16
Gráfico 2.3 - Tipo de estrutura	16
Gráfico 2.4 - Comparação do tipo de estrutura dos edifícios em alguns países europeus.....	19
Gráfico 2.5 - Número de Agendas 21 Locais no Mundo.....	49
Gráfico 2.6 - Evolução da população mundial em bilhões de pessoas	50
Gráfico 2.7 - Consumo de energia mundial em 2008.....	58

Tabela 2.1 - Número de edifícios por época de construção em Portugal	15
Tabela 2.2 - Estado de conservação do edificado	16
Tabela 2.3 - Número de edifícios por tipo de estrutura.....	16
Tabela 2.4 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios de habitação	21
Tabela 2.5 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios industriais	22
Tabela 2.6 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios de serviços	23
Tabela 2.7 - Poluentes mais significativos e respectivas origens, em edifícios de habitação e serviços.	28
Tabela 2.8 - Valores característicos das sobrecargas a considerar nos pavimentos em função do tipo de utilização	30
Tabela 2.9 - Características a analisar em processos de alteração de uso	36
Tabela 2.10 - Vantagens dos processos de alteração e adaptação de edifícios	37
Tabela 2.11 - Evolução das prioridades ambientais	51
Tabela 2.12 - Princípios da construção sustentável.....	53
Tabela 2.13 - Consumo de energia mundial em 2008.....	58
Tabela 2.14 – Crescimento previsível do uso de energia renovável na União Europeia	58
Tabela 2.15 - Vantagens e desvantagens dos sistemas solares térmicos.....	67
Tabela 2.16 - Vantagens e desvantagens dos sistemas solares fotovoltaicos.....	68
Tabela 2.17 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia eólica.....	69

Tabela 2.18 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia hídrica.....	70
Tabela 2.19 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia geotérmica.....	71
Tabela 2.20 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de aproveitamento de energia da biomassa	72
Tabela 2.21 - Quantidade de água necessária na produção de vários materiais de construção correntes	72
Tabela 2.22 - Energia primária consumida na produção de alguns materiais de construção correntes.	74
Tabela 2.23 - Valores de condutibilidade térmica de alguns materiais de isolamento térmico.....	76
Tabela 2.24 - Factor ecológico dos materiais utilizados para isolamento	77
Tabela 3.1 - Análise do edifício existente	81
Tabela 3.2 - Detecção e análise de anomalias	82
Tabela 3.3 – Definição de um novo programa	83
Tabela 3.4 – Projecto de alteração.....	84
Tabela 3.5 – Desconstrução e demolição	85
Tabela 3.6 – Reabilitação	86
Tabela 3.7 – Utilização.....	87
Tabela 3.8 – Manutenção	87
Tabela 3.9 – Monitorização.....	88
Tabela 4.1 - Análise comparativa entre o processo proposto e o caso de estudo	97

1.1. Enquadramento e importância do tema

O estabelecimento de uma economia sustentada por uma fonte de energia não renovável e altamente destruidora do meio ambiente, como é o caso do petróleo, originou a maior ameaça que a civilização terá de enfrentar a curto prazo: as alterações climáticas. Concretamente, as principais causas de emissões prejudiciais para o ambiente são decorrentes de actividades tão mundanas como a deslocação e transporte de pessoas e as acções associadas ao sector da construção civil. Torna-se, assim, prioritária a mudança das práticas mais comuns de forma a assegurar a continuidade da vida no planeta como se conhece.

Uma vez que o parque edificado é um dos principais responsáveis pelo constante aumento da pegada ecológica da sociedade, graças ao impacto que tem sobre os recursos, emissões e solo, deve ser um dos primeiros sectores a implementar medidas capazes de diminuir a sua pegada.

Porquê desenvolver a componente sustentável inerente à alteração de uso em edifícios existentes?

A crescente pressão demográfica associada à necessidade e procura constante de melhor qualidade de vida das populações tem contribuído para uma utilização pouco sustentável dos recursos empregues na construção de novos edifícios e na alteração dos existentes, em particular, na sua adaptação a novos usos.

A problemática da especulação em torno do ramo imobiliário tem vindo a contribuir para a expansão das áreas urbanas para a periferia e para o abandono de edifícios situados no seu centro. Essa problemática cada vez mais presente na sociedade actual, associada à necessidade da gestão eficiente dos recursos, veio abrir uma janela de oportunidade para o reaproveitamento de edifícios vazios e abandonados.

É neste ponto concreto que importa, então, delinear o processo que se deverá adoptar para que a alteração de uso nos edifícios se adeque ao conceito da Construção Sustentável.

1.2. Objectivos do trabalho

Com o presente trabalho pretende-se contribuir para o conhecimento do processo de construção enquanto modelo metodológico, enquadrando-o na temática recente da construção sustentável. Este modelo deverá ter em consideração todo o ciclo de vida do processo, que integra as fases de projecto e concepção, construção, utilização, manutenção e, por último, a previsão da desconstrução ou demolição.

Procurar-se-á ainda contribuir para a estruturação do processo de construção que deverá ser preferencialmente adoptado nas acções de alteração de usos nos edifícios com o objectivo de otimizar a sua duração e eficiência.

Com esta abordagem, pretende-se ainda evidenciar o potencial do processo de alteração de usos nos edifícios, quando complementado pelos princípios sustentáveis da construção, para o ambiente construído, especialmente nas cidades, onde os constantes movimentos de pessoas e actividades criam vazios urbanos. Com base em exemplos internacionais reconhecidos, pretende-se demonstrar algumas vantagens inerentes a este tipo de acções.

1.3. Metodologia

O trabalho de investigação correspondente a esta dissertação baseou-se principalmente numa pesquisa bibliográfica extensa e cuidada e numa avaliação de casos de estudo existentes. Para a criação do contributo para o processo de construção sustentável foi efectuada uma análise intensiva de programas semelhantes aplicados a processos diferentes para, posteriormente, se poder adaptar ao tema em causa.

Na Figura 1.1 encontra-se esquematizada a metodologia seguida ao longo deste trabalho.

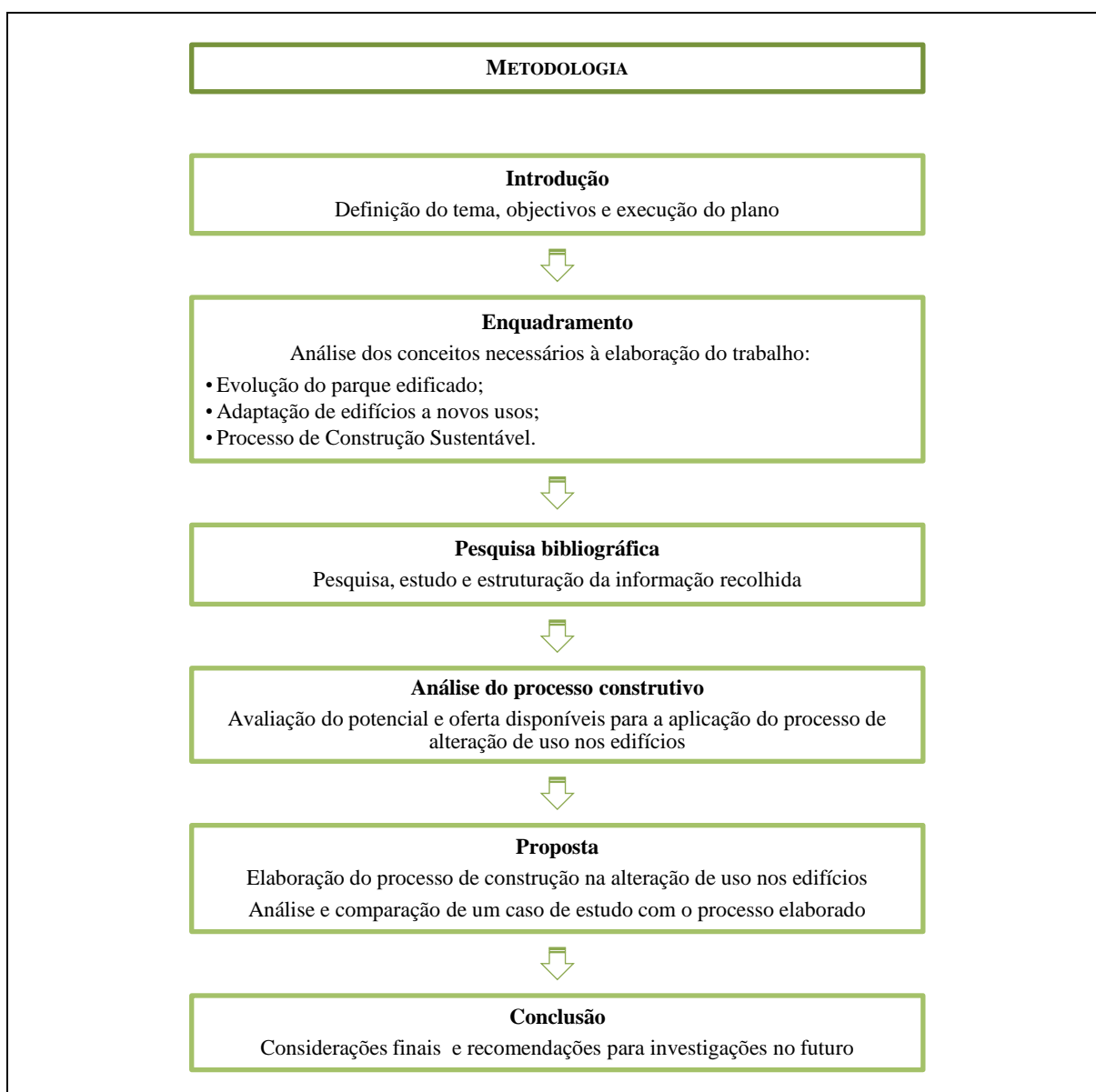


Figura 1.1 - Metodologia do trabalho

1.4. Estrutura e organização

Este trabalho é constituído por seis capítulos que, embora desenvolvam uma temática própria, se encontram relacionados de forma a proporcionar uma leitura coerente e contínua. Esses capítulos organizam-se em duas partes: na primeira parte, realizou-se um enquadramento com o objectivo de ajudar o leitor a inteirar-se do tema central do trabalho; na segunda parte, são apresentados desenvolvimentos e conclusões sobre o tema do trabalho.

De uma forma mais detalhada:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO – Pretende-se fazer uma primeira abordagem ao trabalho com um pequeno enquadramento onde, entre outros pontos, se expõem os motivos da escolha do tema. São também definidos os objectivos, a metodologia adoptada e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – ESTADO DE REFERÊNCIA – Neste capítulo são apresentadas as bases de todo o trabalho dividindo-se em três pontos: a evolução dos edifícios; a evolução das tipologias e parâmetros de funcionalidade; e, por último, a construção sustentável.

Ponto 2.1 – CARACTERIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS – Este ponto apresenta a evolução do edifício enquanto estrutura criada pelo homem para se proteger dos agentes agressores. É feita uma abordagem abrangente dos períodos Pré e Pós Revolução Industrial, com uma caracterização da construção da sociedade industrial. De seguida, estuda-se o parque edificado, a sua evolução e a sua constituição, com especial destaque para o caso nacional, recorrendo-se a dados estatísticos do INE para ajudar na caracterização. Por último, é dado destaque à evolução dos sistemas construtivos em Portugal para os quatro principais usos: habitação; industrial; serviços; e comércio.

Ponto 2.2 – PARÂMETROS DE FUNCIONALIDADE – Apresentam-se as principais exigências funcionais impostas à construção de edifícios. De seguida, analisam-se as condicionantes de cada tipologia para se conseguir identificar os pontos fracos de cada tipo de construção.

Ponto 2.3 – ADAPTAÇÃO DE EDIFÍCIOS A NOVOS USOS – Este capítulo serve de introdução ao processo construtivo que representa o tema principal do trabalho. Após a análise do parque edificado, sua evolução e características, de apresentada a oferta de espaços desocupados que representa o objecto de estudo e quais os factores essenciais neste tipo de processo construtivo, são determinadas as vantagens que tornam a sua aplicação tão benéfica para as cidades da actualidade. Por último, esses benefícios são reforçados através da apresentação de quatro exemplos internacionais.

Ponto 2.4 – CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – Neste ponto, são apresentados o conceito e os princípios de desenvolvimento sustentável e formas de aplicação ao sector da construção. Faz-se, também, uma breve caracterização das fases do ciclo de vida do edifício (projecto, utilização, manutenção e desconstrução/demolição) e explica-se a aplicabilidade do conceito de sustentabilidade.

Capítulo 3 – PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA ALTERAÇÃO DE USO NOS EDIFÍCIOS – Neste capítulo, é desenvolvido o processo de construção com base nos princípios do Desenvolvimento Sustentável aplicado a projectos de alteração de uso nos edifícios. Para isso, são apresentados vários conjuntos de acções a seguir nas várias fases do ciclo de vida dos edifícios.

Capítulo 4 – CASO DE ESTUDO – Neste capítulo analisa-se um caso de estudo para avaliar as vantagens inerentes à aplicação do contributo apresentado no capítulo anterior a um projecto de alteração de uso, de forma a comprovar o potencial do processo.

Capítulo 5 – CONCLUSÕES – Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões atingidas no decorrer da dissertação.

Capítulo 6 – DESENVOLVIMENTOS FUTUROS – Por último, introduzem-se algumas recomendações para futuras investigações que complementem este trabalho.

2.1. Caracterização da evolução dos edifícios

2.1.1. Breve história da construção

“Ao colocar-se a questão da sustentabilidade (com a sua dimensão ambiental no edificado) verifica-se que, desde os tempos mais remotos, existiu um esforço na consideração das componentes ambientais e da sua dinâmica de interrelação com a construção, onde o aproveitamento das condições do terreno e dos materiais disponíveis e a resposta de forma adequada ao clima eram a regra dominante, nomeadamente na arquitectura vernacular.”
[73]

i. Pré-Revolução Industrial

As primeiras construções surgem no tempo da pré-história sob a forma de abrigos, feitos de varas de madeira e peles de animais, com a função de garantirem a sobrevivência do Homem contra os agressores externos, como as condições climáticas e os predadores [3]. Também as cavernas ou outros elementos rochosos eram utilizados como abrigo temporário dos povos nómadas.

Com a sedentarização surgiram novas necessidades habitacionais. O Homem deixou de se dedicar exclusivamente à caça e pesca tendo descoberto a pequena agricultura, a cerâmica e a tecelagem. Estas novas actividades permitiram a fixação em comunidades, sendo necessária a construção de abrigos mais resistentes, de carácter permanente e mais adaptados às exigências das pequenas famílias que se começavam a formar. Assim surgiram as primeiras cabanas construídas por postes de madeira dispostos em círculo, com paredes de ramos de árvore, pequenos troncos ou canas entrelaçados e telhados de colmo ou de pele de animais. Estas novas comunidades deram origem às primeiras aldeias, que posteriormente se desenvolveram em vilas e mais tarde em cidades.

Nas primeiras civilizações, a religião servia as necessidades do Homem concedendo um sentido à vida, explicando o inexplicável, incutindo esperança numa justiça inviolável e providenciando consolo face à morte com a garantia de uma vida no além, um renascimento ou uma ressurreição. Tornou-se, assim, a base social das civilizações antigas sendo as infra-estruturas de culto as mais importantes e representativas desses Impérios. As moradas dos Deuses, os templos, os palácios e os túmulos eram edificações mais duráveis e majestosas que as dos mortais e por isso é que a maioria dos vestígios dessas populações correspondem a edifícios de culto.

As civilizações grega e romana foram tão importantes na evolução da construção que, durante cerca de dois mil anos, os processos construtivos pouco se alteraram. De facto, ainda hoje as influências deste período são indubitáveis, como por exemplo na construção de pontes, aquedutos, arcos ou abóbadas. É de salientar, também, a importância da engenharia militar dessa época como base para a evolução da engenharia dos edifícios em parte por, em períodos em que não eram requisitados para a execução de fortificações ou armamento, os engenheiros militares utilizarem os edifícios civis para melhorar a sua técnica e conhecimentos.

Nesta época, a construção atingiu proporções muito elevadas e os avanços registados nos processos construtivos de madeira e alvenaria só viriam a ser superados pela construção em ferro e aço de meados do século XIX.

Durante a época Medieval, o crescimento das cidades na Europa e a consequente necessidade de proteger os bens pessoais levou a um “boom” na construção. Assim, foi com naturalidade que começaram a surgir inúmeras estruturas militares de defesa como os castelos, muros e outras fortificações. Mais uma vez, a evolução da engenharia encontrava-se directamente relacionada com a engenharia militar.

Numa primeira fase, os castelos e outras estruturas militares de defesa tornaram-se representativos da Idade Média. Ao longo deste período vários castelos foram construídos ou reconstruídos na Grã-Bretanha e em França. Um dos resultados deste tipo de construção foi a criação de uma mão-de-obra especializada e qualificada no desenho e construção de edifícios de grandes dimensões que viria a ser aproveitada posteriormente.

Nesta época, a religião cristã procurou implantar-se na Europa, resultando na construção de diversas catedrais, igrejas e outros edifícios religiosos. À medida que o cristianismo se foi estabelecendo no continente, as infra-estruturas foram-se adaptando às necessidades, o que resultou em novas e avançadas soluções construtivas, como por exemplo o tecto em abóbada, o arcobotante e o aumento da área envidraçada. Estas melhorias permitiram a criação de catedrais de dimensões assombrosas, de grande beleza e técnica surpreendente, fruto do desenvolvimento da ciência, arquitectura e engenharia. Estes avanços permitiram também o aumento da longevidade destas construções maciças. É muito elevado o número de catedrais que ainda hoje se encontram intactas e a servirem as funções para as

quais foram desenhados há séculos atrás, o que demonstra a qualidade da construção e o conhecimento que os engenheiros da altura tinham sobre as estruturas.

ii. Sociedade Industrial

A Primeira Revolução Industrial data de meados do século XVIII e começou em Inglaterra¹ com a aplicação de inovações técnicas nos campos da indústria e dos transportes e com a descoberta de uma inovadora fonte de energia produzida pelo vapor. O seu impacto nos trabalhos industriais, nos meios de transportes sobre carris e na navegação veio alterar profundamente os sistemas produtivos e a vida do Homem. Nas cidades, o crescimento populacional, que surgiu com a grande oferta de trabalho consequente da industrialização, levou à degradação e à insuficiência do parque habitacional, tornando-se prioritária a sua renovação de uma forma rápida, económica e mais adaptada às novas necessidades sociais e culturais [43].

A arquitectura do século XIX caracterizou-se pela transição entre duas épocas distintas separadas pelo acontecimento da Revolução Industrial. Este acontecimento alterou por completo a engenharia com a introdução de novos materiais, processos construtivos e novas formas de viver o edifício.

iii. Novos materiais de construção

O excesso populacional, conjugado com a insuficiência do parque habitacional, impulsionou o crescimento da construção habitacional em altura. Ao mesmo tempo, com o desenvolvimento da economia capitalista, tornou-se fundamental a construção de novas infra-estruturas destinadas à produção e ao transporte, tais como fábricas, armazéns, estações de caminhos-de-ferro, pontes e pavilhões de exposições [3]. Os materiais da “nova geração”, como o ferro e o vidro, permitiram a construção em altura bem como a cobertura de grandes espaços, sendo ideal para o tipo de construções utilitárias [3]. Os custos associados à sua elaboração foram reduzidos através da produção em série e da rapidez de execução. A primeira estrutura a ser edificada integralmente em ferro foi a ponte de Coalbrookdale em Inglaterra, construída entre 1777 e 1779.

¹ A Inglaterra foi pioneira no desenvolvimento da sociedade industrial devido às suas grandes reservas de carvão mineral e ferro (as principais matérias primas utilizadas nesta época), à numerosa mão-de-obra existente nas cidades resultante do êxodo rural ocorrido no século XVII com a Lei dos Cercamentos de Terra e ao facto de a burguesia inglesa dispor de capital para investir na indústria. [43]

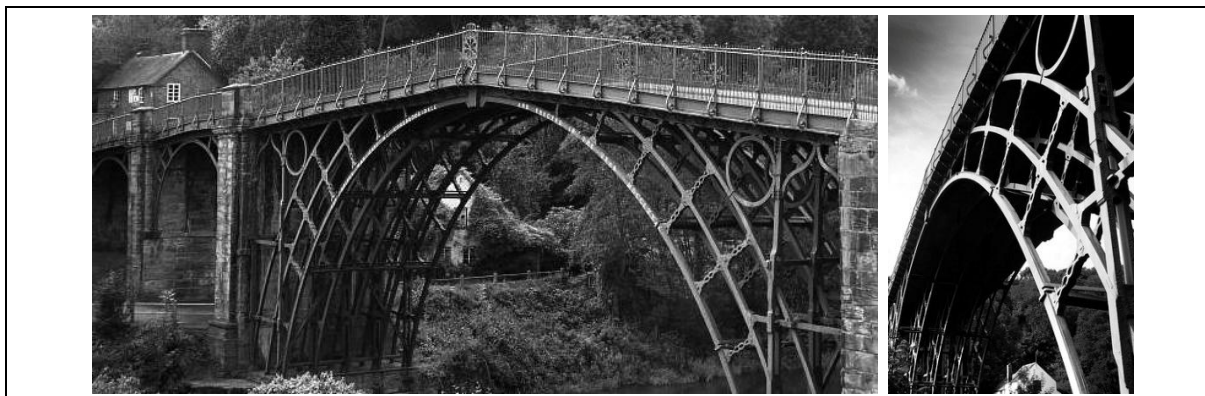


Figura 2.1 - Ponte de Coalbrookdale [88]

Apesar das vantagens atribuídas aos novos materiais de construção, o gosto público pelas linhas nobres do historicismo dificultou a adopção do ferro em edifícios nobres onde a componente artística era mais valorizada que a componente funcional. Nos casos em que a sua utilização era indispensável, a estrutura era ocultada por invólucros de pedra, mármore ou tijolo ou então era ornamentada. O primeiro passo para a aceitação deste tipo de construção ocorreu quando Joseph Paxton² ergueu o enorme pavilhão do Palácio de Cristal – 563 m de comprimento, 124 m de largura e 3 m de altura – que albergou a 1ª Exposição Mundial de Londres [45].



Figura 2.2 - Palácio de Cristal [88]

Em resumo, na segunda metade do século XIX ocorre a primeira fase da Arquitectura do Ferro, que é caracterizada pela edificação de estruturas utilitárias de grandes dimensões e de rápida execução como pontes, estufas, pavilhões, estações ferroviárias, fábricas, armazéns e coberturas com recurso aos novos materiais industriais: o ferro e o vidro.

“O vidro é inovador, a cultura do tijolo só nos traz dor.”

Paul Sheerbart

² Joseph Paxton foi um arquitecto inglês nascido em Milton Bryan, Berdordhire (3 de Agosto de 1803 – 8 de Junho de 1865). Começou a sua carreira como jardineiro aos 15 anos e a partir de 1832 dedicou-se à criação de estufas. Em 1851 desenhou a sua maior criação, o Palácio de Cristal para a Grande Exposição de Londres de 1851. [45]

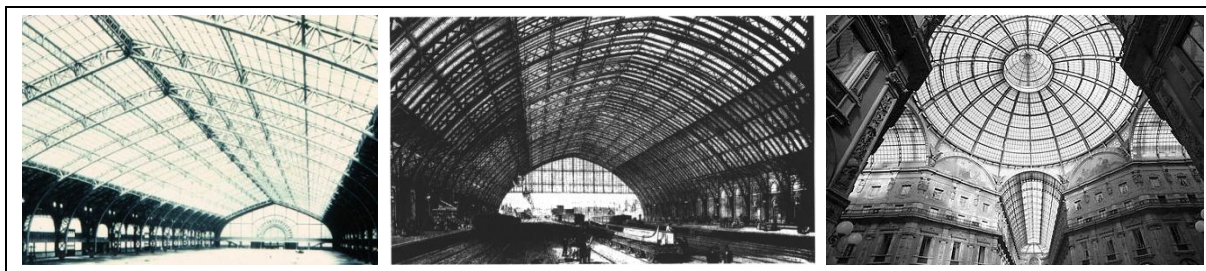


Figura 2.3 - Alguns exemplos de estruturas de ferro e vidro: Galeria das Máquinas, Paris; Estação de caminhos-de-ferro de St. Pancras, Londres; Cobertura da Galeria Vittorio Emanuele II, Milão [88][90]

Paralelamente ao uso do ferro e do vidro, outro marco importante para a arquitectura de meados do século XIX foi a aplicação do betão, um material constituído por matérias-primas de baixo custo e de fácil aquisição, como rocha calcária, argila, marga, gesso e água [54].

O betão havia começado a ser utilizado em meados do século XVIII após a publicação de um estudo de John Smeaton³ sobre o cimento e as suas características. No século XIX, aquele material ganhou o seu espaço ao apresentar grandes vantagens na sua aplicação em fundações, tornando-se substituto da madeira e da pedra. Ao aperceberem-se do potencial do betão, os engenheiros começaram a estudar novas aplicações para o seu uso, nomeadamente na execução de pisos e como elemento resistente ao fogo das estruturas pois apesar da substituição da madeira pelo ferro, em meados do século XIX a maior causa de morte e de destruição de edifícios continuava a ser os incêndios.

iv. Pós-Revolução Industrial

No início do século XIX, as estruturas dos edifícios eram na sua maioria constituídas por elementos maciços de alvenaria de grandes dimensões como paredes resistentes e pilares, que suportavam as cargas da estrutura. Os pavimentos eram suportados por vigas, ambos de madeira. Devido à enorme quantidade de materiais que a sua construção exigia, eram muito pouco económicos. Em meados do mesmo século, graças a uma pressão para melhorar o retorno financeiro do dinheiro investido na construção [3], os edifícios cresceram em altura e melhorou-se o aproveitamento do espaço interior através da adopção de novas soluções construtivas: introduziram-se pilares de ferro no interior das paredes de alvenaria das fachadas para que estas suportassem somente o seu peso, sendo menos espessas; esta solução permitiu também o aumento da área envidraçada nas fachadas, o que melhorou a iluminação natural interior; as cargas internas dos pisos passaram a ser suportadas por pilares de ferro dispostos em grelha o que diminuiu a área ocupada pelas paredes de alvenaria interiores. Todas estas inovações permitiram economizar a vários níveis: poupou-se nas despesas com gás e velas graças à melhor iluminação; poupou-se nos materiais para a estrutura uma vez que um esqueleto em aço e

³ John Smeaton foi um engenheiro inglês de Austhorpe, Leeds (8 de Junho de 1724 – 28 de Outubro de 1792) responsável pelo desenho de pontes, canais, portos e faróis. Este engenheiro ficou gravado na história da construção, pois os seus estudos sobre a composição do cimento hidráulico levaram à invenção do cimento Portland. [3]

ferro pesava um terço de um de desenho equivalente em alvenaria. Para além disso, as fundações também podiam ser de menores dimensões permitindo a rentabilização das caves como espaços comerciais [3].

O betão armado surgiu no final do século XIX como substituto da estrutura de aço, pois esta era muito dispendiosa. Este material permitia uma grande liberdade de desenho, nomeadamente na execução de elementos estruturais curvos. Os pontos mais críticos da construção em betão armado eram as uniões entre os pilares e vigas, situação resolvida pelo engenheiro francês François Hennebique⁴ através da dobragem das pontas dos varões de ferro unindo-as a pilares, também de betão armado – em vez das colunas de ferro normalmente utilizadas – criando uma ligação contínua [3].

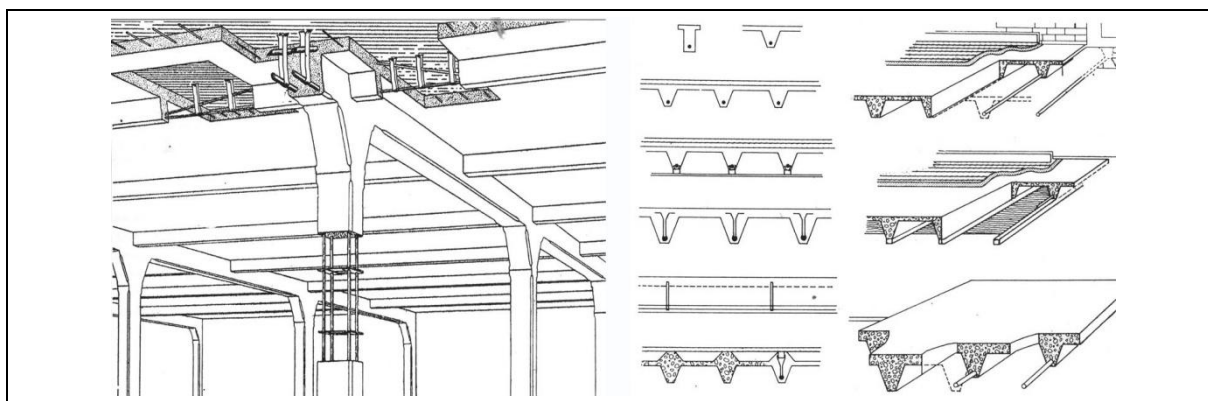


Figura 2.4 - Sistema de uniões rígidas em betão armado de Hennebique [3]

No início do século XX⁵, a engenharia de estruturas tornou-se uma grande beneficiária da investigação decorrente da indústria aeroespacial, que se centrava no melhoramento do quociente resistência-peso das estruturas metálicas dos aviões e dirigíveis [3]. Esta época não diferiu muito do Modernismo no que diz respeito aos processos e soluções construtivas, nem tão pouco aos materiais que se utilizavam. O maior impacto ocorreu na mentalidade com que os engenheiros e os arquitectos encararam o edifício tanto ao nível estético como técnico. O desenvolvimento do aço e do vidro como materiais de construção através da melhoria das suas características, nomeadamente ao nível da resistência, encorajou os engenheiros e arquitectos a criar fachadas cada vez mais transparentes, o que culminou no aparecimento de paredes-cortina feitas inteiramente de vidro graças à descoberta do alumínio na indústria aeronáutica. Assim, ao nível do exterior, os edifícios desta época são caracterizados pela inexistência de decorações, pelas formas sóbrias, pela enorme quantidade de área envidraçada e por

⁴ François Hennebique foi um engenheiro e construtor francês (26 de Abril de 1842 – 7 de Março de 1921) responsável pelo aparecimento da estrutura de betão armado monolítica. Esta inovação foi conseguida através da união entre vigas e pilares após a dobragem dos varões de aço, criando uma ligação contínua. [3]

⁵ Charles-Édouard Jeanneret-Gris mais conhecido por Le Corbusier (6 de Outubro de 1887 – 27 de Agosto de 1965), Maria Ludwig Michael Mies também conhecido por Mies van der Rohe (27 de Março de 1886 – 17 de Agosto de 1969) e Walter Gropius (18 de Maio de 1883 – 5 de Julho de 1969) foram três dos principais nomes da arquitectura do século XX. Na primeira década todos trabalharam no atelier de Peter Behrens, um dos precursores do modernismo, de quem se tornaram discípulos. [3]

apresentarem um número elevado de pisos [45]. É também nesta época que se começa a adoptar o betão armado em larga escala na execução de edifícios, tanto sob a forma de grandes blocos de apartamentos, como para criar residências unifamiliares ou em edifícios de serviços. A estrutura em pórtico de betão armado criava superfícies livres, sem necessidade de paredes resistentes, o que garantia ao arquitecto uma grande liberdade no desenho dos edifícios e da sua distribuição do espaço interior. Os avanços registados ao nível dos materiais de construção levaram a que nesta época se observasse um grande aumento na edificação de arranha-céus que atingiam a centena de metros, especialmente nos Estados Unidos da América, o que mudou por completo a silhueta das cidades de meados do século XX.

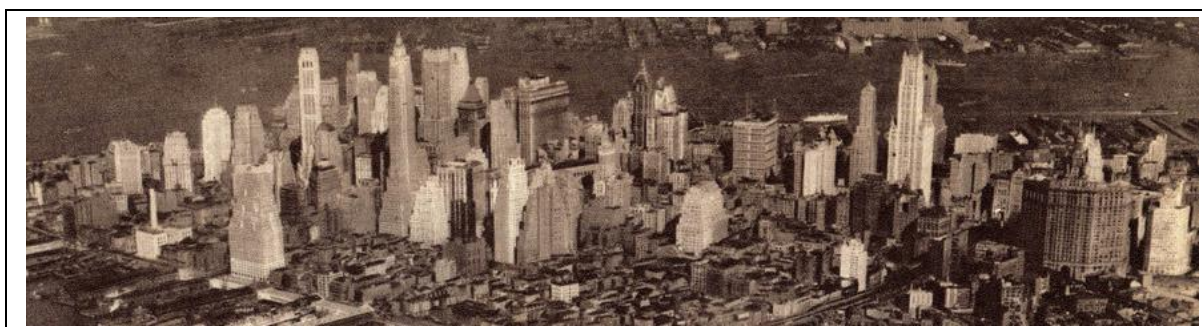


Figura 2.5 - Nova Iorque em meados do século XX [91]

Em meados do século XX, entra-se na Era Digital com o aparecimento dos primeiros computadores para execução de cálculos, desenhos e modelos matemáticos para prever o comportamento dos edifícios. Os modelos matemáticos e as maquetas tornaram-se essenciais na fase de projecto para ajudar o engenheiro/arquitecto a antever como se comportaria e como seria a sua inserção no espaço. Com este novo método de cálculo e desenho computacional, os edifícios começam a ser projectados de forma a responder às necessidades funcionais relegando para segundo plano o aspecto e a forma.

A segunda metade do século XX foi também uma época próspera no aparecimento de novos materiais. O desenvolvimento da tecnologia, novamente graças à indústria aeronáutica e militar, culminou na invenção de centenas de novos polímeros, vulgo plástico, que teriam um grande impacto nos edifícios. Actualmente é difícil imaginar um edifício que não contenha qualquer elemento plástico, seja nas redes eléctricas ou de águas, nos caixilhos das janelas ou nos isolamentos, entre muitos outros.

É também nesta fase que se começa a dar mais importância ao ambiente interior dos edifícios, graças ao aparecimento do SBS. Este síndrome estava associado à falta de qualidade do ar interior devido a deficiências nos sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação dos compartimentos e devido à adopção de materiais com componentes químicos prejudiciais à saúde. Desde que surgira a energia eléctrica nos edifícios que os sistemas de ventilação e iluminação artificial se haviam tornado vulgares nos projectos. A ventilação através das janelas foi substituída por sistemas de ventoinhas que alimentavam os edifícios com ar exterior. No entanto, este sistema não garantia as renovações horárias

mínimas, o que levou a um decréscimo da qualidade do ar. Também a iluminação natural foi sendo posta de parte com o aparecimento de luminárias capazes de garantir a iluminação em todos os cantos dos compartimentos. Descoberto este novo problema de salubridade, o duo engenheiro/arquitecto virou as atenções para a melhoria da qualidade do ambiente interior. Voltou a ser prioritária a maximização do aproveitamento da iluminação e ventilação naturais e a escolha cuidada dos materiais de construção de forma a minimizar o uso de produtos químicos prejudiciais. Paralelamente, e graças aos avanços tecnológicos, esta procura por um ambiente mais natural alastrou-se para todo o edifício com o aparecimento do conceito de sustentabilidade.

2.1.2. O parque edificado

Como atrás mencionado, o século XIX termina com um grande “boom” na construção. Os edifícios industriais cresceram a um ritmo acelerado graças à Revolução Industrial acompanhada por um aumento das necessidades habitacionais nas novas cidades industrializadas. Como resposta a esta necessidade, observou-se um aumento da construção residencial para aluguer e o consequente aparecimento dos bairros operários. Este tipo de construção atingiria o seu pico no início do século XX e viria a decrescer até ao final da Primeira Guerra Mundial, período em que se agravaram os problemas económicos e sociais existentes em muitos países. Tornou-se prioritário encontrar uma solução para a crise habitacional, o desemprego, a fome e a miséria social decorrentes daquele conflito.

A partir da década de 20, com a restituição da economia de vários países após a Primeira Guerra Mundial, volta a crescer a construção de habitação e surge o planeamento de bairros económicos. Este crescimento foi, no entanto, interrompido pela Grande Depressão, a crise económica mundial da década de 30 e o início da Segunda Guerra Mundial em 1939. Depois de 1945, graças à reconstrução de muitas cidades europeias, voltou a assistir-se a um considerável crescimento na construção.

A partir de meados do mesmo século passa-se por um período de altos e baixos, com tendência crescente até à década de 70 e decrescente posteriormente. Esta inconstância encontrava-se directamente ligada à economia. Nas últimas décadas do século XX, a construção de edifícios de habitação entra numa fase de estabilidade devido ao excesso de oferta e consequente abrandamento do sector da construção.

De uma forma geral, a construção de edifícios não residenciais segue a mesma tendência que a construção habitacional, na medida em que quando se atravessa um período de crise económica, política ou social, o investimento no sector decresce.

Os edifícios industriais surgem em força com a revolução industrial a partir de meados do século XIX e até à primeira década do século XX. Como seria de esperar, ocorre novo crescimento nos períodos logo após os conflitos mundiais, quando se procura a recuperação económica. Na década de 1970, dá-se o fenómeno inverso com o início da desindustrialização das cidades. Este fenómeno surge com a

migração das indústrias do sector secundário para as periferias, passando o centro das cidades a ser ocupado pelo sector terciário, o comércio e serviços. Também a nível social se assistiu a esse movimento, com a passagem de alguma mão-de-obra de um sector para o outro.

Começa a desenvolver-se e a ganhar espaço no mercado de trabalho um novo sector de actividade dedicado ao comércio e à prestação de serviços, que não parou de crescer até à actualidade. Um dos efeitos deste crescimento foi a ocupação de espaços residenciais com escritórios, especialmente no centro das cidades, tendência contrária ao que sucede hoje em dia, em que as empresas procuram migrar para parques empresariais que respondem melhor às suas necessidades.

Panorama nacional actual

“Portugal apresenta um parque edificado muito envelhecido e, em muitos casos, mal conservado, por força de políticas que desfavoreceram o mercado de arrendamento, desvalorizando de forma significativa e sistemática o património de muitos proprietários, que assim deixaram de investir na recuperação dos seus imóveis, (...).”

Victor Pereira Gonçalves [2004]

Em 2001, aquando do Recenseamento Geral da População e da Habitação (Censos 2001), havia em Portugal 3.150.166 edifícios (Tabela 2.1). Destes, 1.346.978 (42,8%) tinham mais de 30 anos e 253.143 (8,1%) apresentavam mesmo mais de 80 anos. Assim, é com naturalidade que no mesmo documento, em relação ao estado de conservação do edificado, se refira que 38,0% do universo de estudo necessite de obras de reparação e 2,9% se encontre mesmo em estado muito degradado (Tabela 2.2).

Tabela 2.1 - Número de edifícios por época de construção em Portugal [52]

Antes 1919	1919-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2001	Total
253.143	699.785	394.050	552.057	646.874	604.257	3.150.166
8,1%	22,2%	12,5%	17,5%	20,5%	19,2%	100,0%

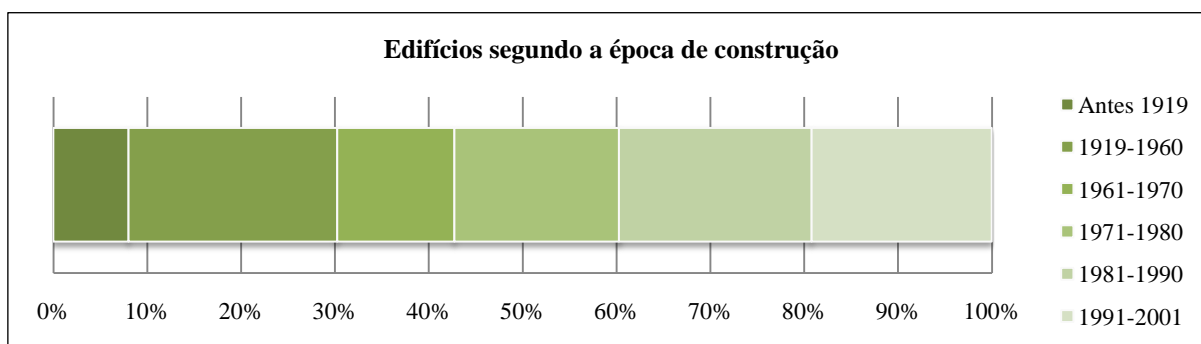


Gráfico 2.1 - Edifícios por época de construção em Portugal [52]

Tabela 2.2 - Estado de conservação do edificado [52]

S/ necessidade de reparação	C/ necessidade de reparação	Muito degradado	Total
59,1%	38,0%	2,9%	100,0%

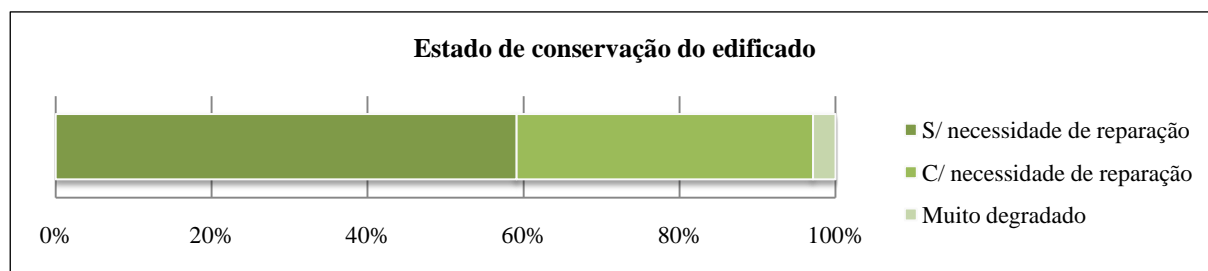


Gráfico 2.2 - Estado de conservação do edificado [52]

Tabela 2.3 - Número de edifícios por tipo de estrutura [52]

Betão armado	Paredes de alvenaria argamassada, com placa	Paredes de alvenaria argamassada, sem placa	Paredes de adobe, taipa ou alvenaria de pedra solta	Outros (madeira, metálica)	Total
963.977	1.258.938	560.408	351.745	15.098	3.150.166
30,6%	40,0%	17,8%	11,2%	0,5%	100,0%

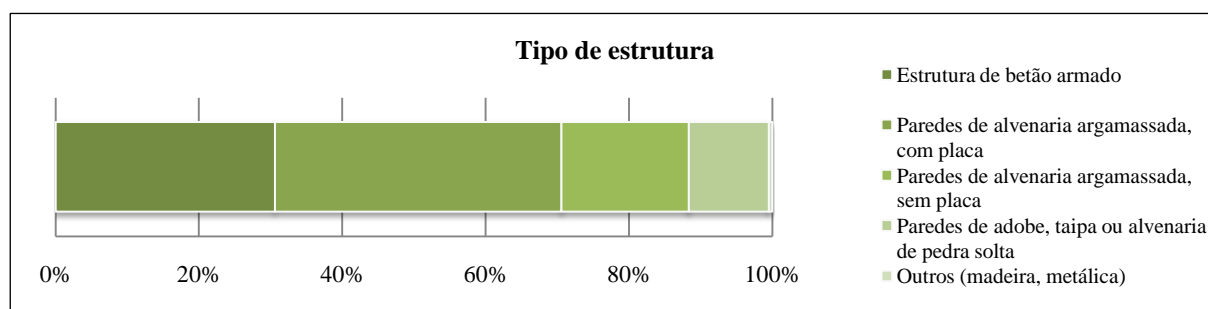


Gráfico 2.3 - Tipo de estrutura [52]

Das 53.600 obras concluídas durante o ano 2008, 42.852 corresponderam a construção nova e 10.748, ou seja, cerca de 20% a trabalhos de alteração, ampliação e reconstrução. Nesse mesmo ano, o parque habitacional português foi estimado em 3,4 milhões de edifícios e 5,7 milhões de fogos e, embora esteja já há vários anos sobredimensionado (estima-se que haja em Portugal residências suficientes para albergar as famílias existentes e as que ainda se irão formar até 2050) [52], a construção com fins habitacionais continuou a corresponder à maior fatia de toda a construção nova em 2008 com 35.748 obras (cerca de 67%), sendo que destas 88,4% são moradias.

Também é de registar que, em termos absolutos, os alojamentos vagos passaram de 440.291 em 1991 para 543.777 em 2001. Ou seja, não obstante o facto de já haver excesso de oferta e de mesmo assim ainda existirem pessoas sem casa, continuou-se a construir a um ritmo acelerado aumentando, no espaço de uma década, o número de habitações vagas em uma centena de milhar.

Apesar da grande predominância de construções novas, denota-se que a reabilitação na edificação é uma aposta crescente no sector da construção, com as alterações e ampliações a ganharem importância face aos anos anteriores. Este facto pode resultar, de algum modo, do reconhecimento de que existe uma saturação de novas habitações no mercado. Mesmo assim, apesar desta nova tendência de reabilitação e reutilização dos edifícios, em 2008 concluíram-se em Portugal 35.748 construções novas para habitação, número superior ao registado em 2007 (33.946).

Numa análise por usos é possível concluir que as obras de alteração, ampliação e reconstrução (por simplificação designadas por obras de reabilitação) têm um maior peso relativo nos usos que não a habitação. Foi nas obras destinadas ao comércio que a reabilitação teve um maior peso no ano de 2008, apesar de a indústria também apresentar um peso considerável nas obras de reabilitação.

2.1.3. Sistemas construtivos

Em Portugal, até ao aparecimento do betão armado já no decorrer do século XX, os edifícios eram predominantemente construídos com recurso a paredes resistentes de alvenaria simples de pedra e apresentavam várias possibilidades de soluções, em que variavam essencialmente os materiais utilizados na sua composição, quer ao nível dos elementos principais, quer ao nível dos materiais de ligação e das técnicas de aplicação. Isto porque a localização da matéria-prima condicionava a distribuição geográfica das alvenarias. Por exemplo, o granito é predominante na execução de alvenarias em zonas onde abunda tais como Trás-os-Montes, Beiras e Douro Litoral; o xisto no Douro e Beiras; e o calcário na região de Lisboa e em certas zonas do Alentejo e da Beira Litoral.

A alvenaria de pedra talhada, assente a seco ou com argamassa de cal e areia coexiste com a alvenaria de pedra irregular em que a matriz de argamassa é muito mais extensa e mesmo com a terra que é a base das construções em taipa. No entanto, em algumas regiões, conhece-se, desde longuíssima data, o uso de tijolos de barro cozido ao sol (adobe). Na produção do barro utilizam-se matérias-primas com base em argila e misturas arenosas e calcárias que lhe conferem características próprias.

A evolução dos sistemas construtivos em Portugal tem algumas particularidades em relação ao resto do Mundo. A Revolução Industrial, acontecimento que marcou a engenharia e a arquitectura modernas, deu-se com um atraso de cerca de cem anos em relação à Grã-Bretanha, onde aquele movimento começou, devido ao período de instabilidade política que o país atravessava no século XIX, à falta de capitais e à escassez de matérias-primas que criou uma grande dependência do estrangeiro. Também o facto de a burguesia não ter o peso necessário no seio da sociedade feudal atrasou o desenvolvimento da agricultura, principal veículo impulsor da industrialização.

Uma das características mais marcantes dos primeiros edifícios modernos foi a estrutura em metal. Em Portugal, devido à falta de matéria-prima e ao atraso no desenvolvimento, esta solução estrutural não teve aceitação, como se evidencia na Tabela 2.4 e na Tabela 2.5. Na realidade, a evolução dos sistemas construtivos nacionais encontra-se repleta de particularidades que a distingue do que se sucedeu nos

primeiros países industrializados. É o caso do betão, por exemplo, que começou a ser utilizado nos finais do século XIX nos Estados Unidos da América, França e Grã-Bretanha e só aparece em Portugal já na terceira década do século XX. Outro caso é o das fundações de edifícios: quando em Portugal surge a aplicação do betão armado na sua construção, em meados do século XX, aqueles elementos eram executados como na Idade Média com recurso a alvenaria de pedra. No entanto, em outros pontos do globo, a evolução destes elementos seguiu um trajecto diferente. Com o aparecimento do betão na construção, as fundações em alvenaria foram substituídas por elementos executados com recurso a carris em 2ª mão provenientes das redes de caminho-de-ferro envolvidos nesse material, solução que mais tarde seria substituída pelas fundações executadas integralmente em betão armado.

i. Fundações

As fundações eram habitualmente constituídas por sapatas isoladas (para colunas) ou contínuas (para paredes) de alvenaria de pedra ou tijolo com uma constituição que não se afastava muito da observada para as paredes resistentes. Estes elementos eram mais largos que as paredes ou colunas adjacentes, de forma a aumentar a área de contacto com o solo, melhorando a transmissão dos esforços de compressão da parede/coluna ao terreno.

Quando o terreno de fundação adequado não se encontrava à superfície, era vulgar construir-se caves que serviam de fundação ou criar poços com cerca de 1 metro de lado e um afastamento de cerca de 3 metros e com altura tal que atingissem as camadas resistentes do solo de fundação. Os poços eram preenchidos com alvenaria de pedra ou tijolo. Uma alternativa consistia na adopção de fundações por estacas de madeira cravadas no solo. Esta tecnologia estava muito limitada pela moderada energia mobilizada na cravação que limitava a solução a solos brandos ou zonas lodosas.

O aparecimento do betão armado na construção facilitou a concepção dos diversos elementos de fundação e melhorou a ligação entre as fundações e a estrutura, elemento crítico na construção resistente de alvenaria.

ii. Estrutura

Até ao aparecimento do betão armado na construção, a estrutura dos edifícios era constituída pelo conjunto de paredes resistentes das fachadas e empenas com elementos de madeira para travamento horizontal. Estes elementos de madeira podiam corresponder a uma estrutura integral de pilares e vigas ou apenas a vigas com entregas em duas paredes resistentes opostas, vencendo, assim, o vão do pavimento.

As paredes resistentes eram normalmente de alvenaria simples e a sua composição, tal como descrito anteriormente, dependia da zona geográfica onde se encontrava a edificação pois a matéria-prima existente no local correspondia à principal condicionante na escolha do material.

Com o aparecimento do betão armado como material de construção e, consequentemente, a implementação da estrutura em pórtico, o paramento exterior deixou de ter funções resistentes. Desde o seu aparecimento que a estrutura em pórtico de betão armado é a tecnologia mais utilizada na construção de edifícios em Portugal, correspondendo a cerca de 98% das estruturas realizadas, como se pode ver no Gráfico 2.4.

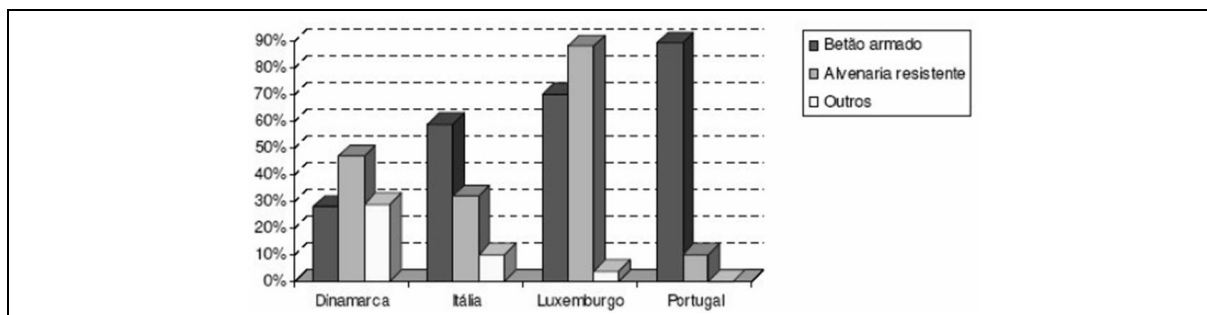


Gráfico 2.4 - Comparação do tipo de estrutura dos edifícios em alguns países europeus [72]

Na década de 70 do século XX, começam a surgir estruturas em túnel de betão armado, construídas com recurso a cofragens deslizantes. Esta solução permitia economizar o tempo de execução da estrutura. No entanto, a maior quantidade de betão armado aumentava o peso da estrutura e, para além disso, esta tecnologia não possibilitava a criação de pisos abertos que permitiam inúmeras configurações aos arquitectos como a estrutura em pórtico, daí não ter conseguido rivalizar com esta.

No final do século XX, começam a ser utilizadas as estruturas mistas de aço e betão armado na construção de edifícios de habitação, serviços e comércio, industriais, parques de estacionamento e pontes, entre outros. O seu nome deve-se ao facto de os elementos estruturais serem constituídos por secções mistas de aço e betão. Esta solução apresenta uma maior leveza estrutural, soluções construtivas mais económicas, cofragens colaborantes (o que diminui a mão-de-obra necessária na fase de cofragem), uma fácil utilização de elementos pré-fabricados, uma fácil passagem das redes de electricidade e de águas e menor tempo de obra que uma estrutura semelhante executada integralmente em betão armado.

iii. Paramento exterior

Tal como descrito no ponto anterior, até ao aparecimento do betão armado na execução das estruturas, o paramento exterior efectuado com recurso a alvenaria de pedra ou outras soluções fazia parte da estrutura do edifício.

Com o aparecimento do betão armado, estes elementos puderam ser aligeirados através da adopção de alvenaria de tijolo vazada, ou blocos de betão vazados, permitindo economizar no material. Apesar de não existir nenhum estudo concreto sobre a evolução dos paramentos exteriores em Portugal, estima-

se que a alvenaria de tijolo tenha sucedido à alvenaria de pedra pela seguinte ordem: primeiro surgem as paredes simples de tijolo maciço ou perfurado com alguma espessura; de seguida, as paredes de pedra com pano interior de tijolo furado e eventualmente uma caixa-de-ar; estas são substituídas pelas paredes duplas de tijolo com um pano espesso; seguidas das paredes duplas de tijolo furado com panos de espessura média ou reduzida; e, por último, surgem as paredes duplas de tijolo furado com isolamento térmico na caixa-de-ar.

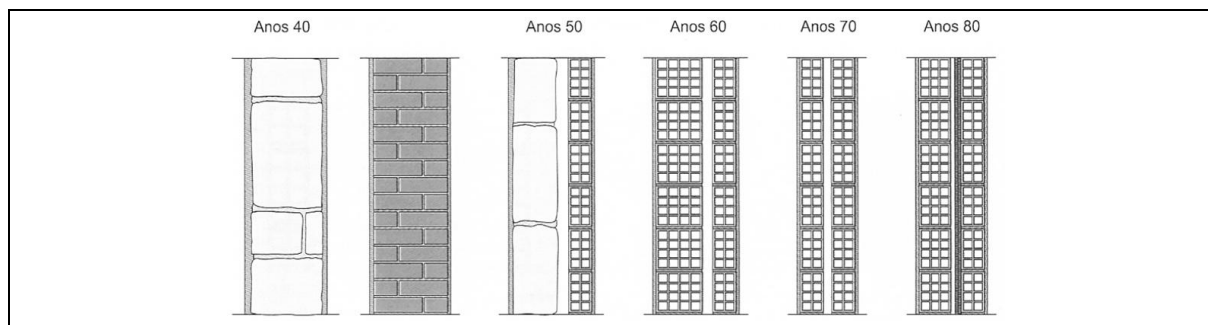


Figura 2.6 - Evolução das paredes exteriores em Portugal no século XX [autor desconhecido]

Em finais do século XX, de forma a responder às exigências de conforto interior dos compartimentos, os projectistas procuraram resolver os problemas das pontes térmicas planas, que as paredes duplas não resolviam nas zonas da estrutura. Como resposta surgiram as soluções com isolamento térmico pelo exterior como os sistemas ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems) e os revestimentos aplicados de forma independente do suporte. Apesar de não ser muito comum, a partir de finais do século XX, também se começaram a utilizar elementos pré-fabricados de betão armado com isolamento térmico nos paramentos exteriores, que permitiram diminuir o tempo de obra para execução das paredes exteriores.

Apesar das inúmeras tecnologias existentes, actualmente a solução mais utilizada continua a ser a de pano duplo com isolamento na caixa-de-ar por ser de execução mais fácil e consideravelmente mais barato do que os sistemas que apresentam melhor comportamento.

iv. Paredes interiores

As paredes interiores apresentam, em Portugal, soluções construtivas de carácter nacional e soluções de carácter regional. As primeiras podem ser encontradas em qualquer ponto do país enquanto os casos regionais dependem dos materiais locais e, por isso, variam com as zonas da edificação.

A solução de carácter nacional antiga típica é a parede de tabique, obtida pela pregagem de um fasquiado sobre tábuas colocadas na vertical ou inclinadas, sendo o conjunto revestido em ambas as faces com reboco de argamassa de cal [79]. Na reconstrução pombalina, estes elementos davam um contributo estrutural relevante, especialmente às acções horizontais.

Entre as soluções de carácter regional ou local referem-se: o uso do adobe, construção de paredes à base de blocos de argila cozida ao sol; e o uso da taipa, à base de terra seleccionada, característica de zonas onde escasseia a pedra.

A adopção de alvenarias de tijolo cerâmico para execução das paredes interiores surgiu no período Gaioleiro e permitiu a realização de soluções mais económicas e de mais fácil execução. Em contrapartida, perdeu-se a contribuição estrutural para o travamento das estruturas dos edifícios que o tabique garantia. Actualmente esta solução construtiva é a mais utilizada a nível nacional, podendo ser encontrada de Norte a Sul do país.

v. Resumo

Na Tabela 2.4 encontra-se um sumário da evolução das diferentes fases da construção de edifícios de habitação em Portugal. Consideram-se sete períodos arquitectónicos, de acordo com [17]: Pré-Pombalino, Pombalino, Gaioleiro, Misto, Betão Armado I, Betão Armado II e Corrente.

Tabela 2.4 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios de habitação [3][17]

	Fundações	Estrutura	Paramentos exteriores	Paredes interiores	Redes
Pré-Pombalino (Até 1755)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Madeira Paredes resistentes de alvenaria de pedra ou tijolo	Alvenaria de pedra Taipa Adobe Poucas aberturas para o exterior	Adobe Tabique de madeira	-
Pombalino (1755-1880)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Gaiola de madeira Paredes-mestras de alvenaria de pedra	Alvenaria de pedra Janelas de grandes dimensões nas fachadas	Tabique de madeira Paredes de frontal	-
Gaioleiro (1880-1930)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Sistema de paredes-mestras e paredes resistentes de alvenaria de pedra e tijolo	Alvenaria de pedra nas fachadas Alvenaria de tijolo maciço nas empenas	Tabique de madeira Paredes de frontal Alvenaria de tijolo	Esgotos (compartimento sanitário) Electricidade
Misto (1930-1940)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Paredes resistentes de alvenaria Lajes e vigas de betão armado que descarregam nas paredes	Alvenaria de pedra Alvenaria de tijolo maciço	Alvenaria de tijolo furado	Águas Esgotos Electricidade

Betão Armado I (1940-1960)	Betão armado	Pórtico de betão armado	Alvenaria dupla de tijolo furado Aspecto maciço com poucas janelas	Alvenaria de tijolo furado a meia vez	Águas Esgotos Electricidade
Betão Armado II (1960-1980)	Betão armado	Pórtico e paredes resistentes de betão armado Construção em túnel de betão armado	Alvenaria dupla de tijolo furado Elementos pré- fabricados de betão armado Várias aberturas nas fachadas	Alvenaria de tijolo furado	Águas Esgotos Electricidade Gás
Corrente (Após 1980)	Betão armado	Pórtico de betão armado Estrutura mista de aço-betão armado	Alvenaria dupla de tijolo furado com isolamento Grande área envidraçada nas fachadas Alvenaria com isolamento pelo exterior	Alvenaria de tijolo furado	Águas Esgotos Electricidade Gás

Na Tabela 2.5 apresenta-se uma análise semelhante para os edifícios industriais. Neste caso, são assumidos os seguintes períodos: Pré-Revolução Industrial, Primeiras Indústrias, Indústria Moderna e Indústria Contemporânea.

Tabela 2.5 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios industriais [3][15][17]

	Fundações	Estrutura	Paramentos exteriores	Paredes interiores	Cobertura
Pré-Revolução Industrial (Antes de 1850)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Madeira Paredes resistentes e pilares interiores de alvenaria	Alvenaria de pedra ou tijolo Muito poucas aberturas para o exterior	Alvenaria de tijolo maciço	Inclinada com telhas cerâmicas
Primeiras indústrias (1850-1920)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira	Paredes resistentes de alvenaria e sistema de vigas e colunas de ferro no interior	Alvenaria de tijolo Maior número de aberturas	Alvenaria de tijolo maciço	Inclinada com telhas cerâmicas

Indústria Moderna (1920-1960)	Alvenaria ordinária e/ou aparelhada Estacas de madeira Betão armado	Pórtico integralmente em ferro e/ou aço Pórtico de betão armado	Betão armado Alvenaria de tijolo Envidraçados	Alvenaria de tijolo furado	Shed Inclinada com telhas cerâmicas
Indústria Contemporânea (1960-1980)	Betão armado	Pórtico integralmente em aço e/ou alumínio Estrutura mista de aço-betão armado	Alvenaria de tijolo Placas de aço e/ou alumínio Envidraçados	Alvenaria de tijolo furado	Shed Cobertura inclinada em metal Cobertura plana em betão armado
Indústria Corrente (Após 1980)	Betão armado	Pórtico integralmente em aço e/ou alumínio Estrutura mista de aço-betão armado	Alvenaria de tijolo Placas de aço e/ou alumínio com isolamento Envidraçados	Alvenaria de tijolo furado Divisórias de metal	Shed Cobertura inclinada em metal Cobertura plana em betão armado

No início do século XX as empresas situavam-se em andares de edifícios de habitação ou em edifícios específicos que seguiam a tipologia tradicional dos edifícios de habitação, sendo indistinguíveis da morfologia da cidade. O aumento da procura, o aparecimento de novas exigências funcionais destes espaços e o desenvolvimento de novos materiais levaram à separação entre a construção de edifícios de escritórios e residenciais.

Na Tabela 2.6 pode-se analisar a evolução ocorrida. Neste caso não se apresenta uma evolução temporal pois não é específico o período de transição entre sistemas construtivos dado que sempre houve uma co-existência de várias soluções.

Tabela 2.6 - Evolução das soluções construtivas dos edifícios de serviços [21][37]

	Estrutura	Paramentos exteriores	Espaço interior	Disposição	Sistemas
Primeiros escritórios	Paredes resistentes de alvenaria Pórtico em betão armado	Alvenaria de pedra ou tijolo	Compartimentação em alvenaria de tijolo	Vertical até 6 pisos	Ventilação e Iluminação naturais
Edifícios Modernos	Pórtico em betão armado	Fachadas com grande percentagem de área envidraçada Paredes-cortina em vidro	Open space com divisórias leves amovíveis	Vertical com dezenas de pisos	Iluminação e sistemas de climatização artificiais

Edifícios Contemporâneos	Pórtico de betão armado Estrutura mista de aço-betão armado	Fachadas com grande percentagem de área envidraçada Paredes-cortina em vidro	Open space com divisórias leves amovíveis	Vertical com dezenas de pisos Horizontal com grande área de implantação e cerca de 5 pisos (parques empresariais)	Maximização da iluminação e ventilação naturais Combinação com sistemas mecânicos
---------------------------------	--	---	---	--	--

A evolução dos sistemas construtivos dos edifícios de comércio encontra-se ligada à construção de edifícios de outras funções. Os espaços dedicados à transacção comercial de inícios do século XX começaram por se situar nos pisos térreos de edifícios residenciais. Somente no decorrer da segunda metade do mesmo século é que surgiu em Portugal o primeiro grande centro comercial construído num edifício especificamente projectado para esse fim, o Centro Comercial da Portela inserido na Urbanização da Portela de Sacavém.

Estes edifícios, que têm vindo a crescer exponencialmente em quantidade e dimensão, seguem os sistemas construtivos dos edifícios de serviços, mas dispostos horizontalmente em grandes áreas, não adoptando a solução de construção em altura.

2.1.4. Considerações finais

Ao longo dos tempos, a construção dos edifícios seguiu o desenvolvimento da tecnologia, os acontecimentos sociais e económicos que caracterizaram a evolução da sociedade e que foram impulsionadores das constantes alterações das necessidades ao nível das tipologias e funcionalidade do espaço habitado. É graças a essa constante evolução da construção que os parques edificados actuais são caracterizados pela sua diversidade, situação que hoje nos permite poder equacionar as alterações de uso face à questão da sustentabilidade do processo de construção.

Contudo, antes de abordar o conceito de sustentabilidade e para melhor compreender o parque edificado, é importante analisar a evolução dessas necessidades funcionais às quais o Homem desde sempre tentou responder de forma a melhorar o ambiente construído.

2.2. Parâmetros de funcionalidade

“As exigências funcionais das habitações decorrem, e como tal têm de ser definidas, das exigências da vida do homem como habitante.

Estas exigências humanas, mesmo na condição restrita do homem-habitante, exigem satisfação que, sob diversos aspectos, excede a que a habitação (...) pode assegurar; e projectam-se como exigências a impor ao enquadramento do ambiente exterior, no sentido amplo da ideia. Além disso, estas exigências interligam-se com as condições de vida do homem enquanto não habitante, isto é, com as acções que desenvolve no exterior – deslocações, trabalho, educação, diversões – e das quais resultam outras necessidades humanas que complementam (...) as que a habitação tem de satisfazer.”

Ruy José Gomes [1971]

2.2.1. Conceitos

As exigências funcionais que se encontram na base do espaço edificado podem ser classificadas e agrupadas de acordo com a sua finalidade. Assim, podem ser exigências de segurança, de habitabilidade e de economia e a sua satisfação esteve sempre “relacionada com o desenvolvimento tecnológico ocorrido, em particular no que se refere à utilização de novas soluções estruturais e à aplicação de novos materiais” [68].

Ainda e de acordo com Sílvia Nereu, “consideram-se como exigências funcionais na habitação os atributos de um edifício (construtivos, físico-espaciais e instalações especiais) que permitam garantir a realização das actividades domésticas sob protecção dos utilizadores do edifício (segurança), sem prejuízo para a sua saúde e em condições de satisfação e bem-estar (habitabilidade), dentro de níveis exequíveis de custos de construção e de manutenção (economia)” [68].

Em geral, podem-se definir as exigências funcionais dos edifícios como os atributos que permitem aos seus utilizadores levar a cabo as actividades para que o espaço foi projectado.

Para ajudar a considerar estas exigências ainda na fase de projecto dos edifícios, os requisitos recomendados para os diferentes elementos constituintes dos edifícios encontram-se definidos em vários regulamentos. No início do século XX, surgiu o Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas, aprovado pelo Decreto de 14 de Fevereiro de 1903 [93] onde se fixam as primeiras “condições hygienicas a adoptar na construção dos prédios”. Na altura, foi considerado pela Sociedade dos Arquitectos Portugueses “atrazado de muitos annos em relação a outros regulamentos congeneres de paizes estrangeiros” [82]. Este regulamento serviu de base para os vários decretos conhecidos e utilizados desde o início do século XX.

i. Exigências de segurança

As exigências de segurança certificam a protecção da vida e da integridade física das pessoas que usufruem do edifício. Podem referir-se a segurança estrutural, segurança contra incêndios e segurança na ocupação e uso do espaço.

Os elementos da construção devem ser dimensionados e realizados de forma a suportarem todas as cargas a que sejam submetidos, sejam cargas de serviço ou solicitações excepcionais como sismos, ventos, ou outro fenómeno natural, sem que se dê o seu colapso. Para responder aos requisitos mínimos no que diz respeito à segurança estrutural, e uma vez que este é dos parâmetros principais, se não o principal, são utilizados os seguintes regulamentos: o REBAP, aprovado pelo Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho; o RSA, aprovado pelo Decreto-Lei nº 235/83, de 31 de Maio; o REAE, aprovado pelo Decreto-Lei nº 211/86, de 31 de Julho; e os Eurocódigos.

A segurança contra incêndios é uma preocupação antiga, mas que ganhou especial foco com o aparecimento do betão como material de construção. Quando, nos finais do século XIX, começou a ser utilizado como revestimento das estruturas metálicas o principal objectivo era melhorar o seu comportamento contra incêndios. Desde essa época que se procura garantir condições para a evacuação das pessoas e para o confinamento do fogo de forma a evitar a sua propagação a espaços contíguos, pois com o aumento considerável dos edifícios em altura, estes aspectos mostraram ser os de mais difícil resolução. Outros pontos que merecem especial atenção são as vias de acesso para os equipamentos de socorro e os sistemas de abastecimento de águas para o combate a incêndios. Actualmente, estas exigências e seus requisitos encontram-se descritos no novo Regime Jurídico da SCIE, aprovado pelo Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro. Para regulamentar as disposições técnicas de SCIE, nomeadamente ao nível das condições exteriores, de comportamento ao fogo, de isolamento e protecção, das instalações técnicas, equipamentos e sistemas de segurança, entre outros, foi criado o RT-SCIE, aprovado pela Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro.

Nestes regulamentos são abordados parâmetros como as saídas para o exterior e respectivos caminhos de evacuação, a compartimentação corta-fogo (especialmente importante nos edifícios de média ou grande altura), a concepção dos espaços interiores, os elementos de construção, as instalações técnicas (sejam eléctricas, água, esgotos, gás, ventilação e evacuação de fumos ou de evacuação de lixos) e as facilidades para intervenção dos bombeiros.

As exigências referentes à ocupação e ao uso englobam os acessos, a circulação nos espaços e os equipamentos existentes relativamente aos revestimentos, iluminação, instalação de equipamentos cuja instalação e utilização tenha associada riscos de “explosão, electrocussão ou libertação de gases tóxicos”. São consideradas situações como a regularidade das superfícies do piso e a iluminação dos acessos – “entradas, escadas, galerias, patamares de ligação a ascensores, por exemplo” – como forma de evitar acidentes. Também os elementos de prevenção contra quedas de andares elevados como os peitoris dos vãos das janelas ou as guardas de janelas baixas, varandas, galerias e terraços são considerados no controlo deste risco [44].

ii. Exigências de habitabilidade

As exigências de conforto garantem as condições do ambiente interior ao nível do conforto acústico, térmico e da qualidade do ar.

O factor acústico é importante na qualificação do ambiente interior e está directamente ligado às soluções adoptadas nos elementos da envolvente do edifício e de separação interior que devem garantir que não se atinjam certos limites sonoros considerados na regulamentação. As exigências de bem-estar acústico estão relacionadas com os elementos de construção, como descrito acima, mas também com a geometria dos espaços, instalações e equipamentos prediais bem como do local de implantação do edifício. Por exemplo, um edifício situado numa zona rural apresenta restrições sonoras diferentes de um edifício com as mesmas características construído em áreas suburbanas ou urbanas.

Para estabelecer os requisitos acústicos dos edifícios com vista a melhorar as suas condições de qualidade da acústica foi criado o Decreto-Lei nº 129/2002, o RRAE, que mais tarde sofreu alterações dando origem ao Decreto-Lei nº 96/2008, e o actual RGR, aprovado pelo Decreto-Lei nº 9/2007. Este regulamento, aplica-se aos seguintes tipos de edifícios: “a) edifícios habitacionais e mistos, e unidades hoteleiras; b) edifícios comerciais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais; c) edifícios escolares e similares, e de investigação; d) edifícios hospitalares e similares; e) recintos desportivos; f) estações de transporte de passageiros; g) auditórios e salas”. No RRAE, são apresentados valores limite recomendados para os índices de isolamento sonoro que os vários elementos constituintes dos edifícios devem satisfazer.

A sensação de conforto térmico de um espaço resulta das trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente através de fenómenos de convecção, radiação e de evaporação e depende de factores como a temperatura, humidade e movimento do ar. Conforme descrito por Sílvia Nereu, “a definição de níveis de exigências consiste na quantificação destes factores. O ambiente interno deverá, assim, permitir que os seus utilizadores, com vestuário adequado, possam desenvolver as suas actividades sem sensação de desconforto resultante de trocas exageradas de calor.” [68]

As condições interiores de referência encontram-se definidas no Decreto-Lei nº 80/2006, denominado RCCTE, e são as seguintes: “as condições ambientes de conforto de referência são uma temperatura do ar de 20 °C para a estação de aquecimento e uma temperatura do ar de 25 °C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento.” É importante referir que o RCCTE apenas se aplica a “edifícios de habitação e (...) de serviços sem sistemas de climatização centralizados” [92].

A satisfação das exigências de qualidade do ar no interior, regulada pela limitação do teor em poluentes e pela necessidade de assegurar quantidades satisfatórias de oxigénio, obriga à necessidade de eliminar a poluição resultante da utilização através da renovação do ar interior [23]. Segundo o RCCTE, “a taxa de referência para a renovação do ar, para garantia da qualidade do ar interior, é de 0,6 renovações por hora, devendo as soluções construtivas adoptadas para o edifício ou fracção

autónoma, dotados ou não de sistemas mecânicos de ventilação, garantir a satisfação desse valor sob condições médias de funcionamento” [92]. Esta renovação do ar interior serve, ainda, para reduzir os riscos de condensações interiores e para garantir temperaturas e velocidades do ar no interior dentro dos limites de conforto. Os valores do caudal, no entanto, devem ser limitados ao mínimo necessário para que as exigências de economia de energia decorrentes do regular uso do edifício não sejam negligenciadas no aquecimento e arrefecimento do espaço. As necessidades de ventilação encontram-se também associadas às exigências de segurança contra risco de incêndio pois é primordial garantir a desenfumagem eficiente dos locais em caso de sinistro, para que sejam garantidas as condições para a rápida e segura evacuação das pessoas. Para regular a qualidade do ar interior de acordo com as exigências do RCCTE e do RSECE, foi aprovado o Decreto-Lei nº 78/2006 de 4 de Abril, o SCE.

Na Tabela 2.7, são apresentados os poluentes mais comuns em edifícios de habitação e de serviços e sua origem.

Tabela 2.7 - Poluentes mais significativos e respectivas origens, em edifícios de habitação e serviços [23]

	Partículas	HCHO	Gases Orgânicos	Amianto	Radão	CO	CO ₂	NO ₂
Materiais do edifício e solo de fundação		•	•	•	•			
Aparelhos de aquecimento por combustão	•	•				•		•
Fumo de tabaco	•		•			•		•
Presença humana	•						•	

Legenda: HCHO – Formaldeídos; CO – Monóxido de Carbono; CO₂ – Dióxido de Carbono; NO₂ – Dióxido de Azoto

As condições de salubridade de um edifício também fazem parte das exigências funcionais e merecem atenção pois condicionam a vivência do espaço interior. O edifício deve garantir ao longo de toda a sua vida útil condições aceitáveis de higiene para os utilizadores, o que é conseguido através dos sistemas de abastecimento de água e de evacuação de águas residuais, dos equipamentos de higiene pessoal e da pureza do ar ambiente.

Quanto aos sistemas de abastecimento de água e de evacuação de águas residuais, o requisito passa por uma boa concepção da rede capaz de alimentar ou escoar, conforme o caso, todos os compartimentos e respectivos aparelhos. Os equipamentos de higiene pessoal são aqueles que “satisfazem as necessidades fisiológicas de higiene pessoal dos habitantes”, ou seja, todos os equipamentos sanitários necessários no dia-a-dia das pessoas.

As necessidades de pureza do ar ambiente são satisfeitas pela ventilação do edifício. A qualidade do ar interior está directamente ligada à capacidade de ventilação e de renovação do ar dos compartimentos. “A ventilação natural é o sistema mais simples de ventilação consistindo na utilização do ar exterior como fonte, do vento como força motriz e das janelas como os orifícios que deixam escapar o ar interior viciado de volta para o exterior.” [68]

iii. Exigências de economia

As exigências de economia podem ser de custo global ou de durabilidade. O primeiro caso, corresponde à soma dos custos das fases de construção e utilização, incluindo os encargos de manutenção e conservação. Por outro lado, a durabilidade consiste na garantia do cumprimento de todas as funcionalidades de um edifício ao longo da sua vida útil, contando com uma utilização corrente e com os trabalhos de conservação necessários.

Ambos os casos estão dependentes das soluções construtivas adoptadas, no entanto, no caso da durabilidade, deve ser ainda considerada a qualidade da construção, das instalações e equipamentos, bem como o custo da sua manutenção. Assim, a escolha das soluções deve ser feita após uma comparação entre várias alternativas, recaindo a escolha naquela que apresente satisfação funcional com o custo mais acessível.

iv. Condicionantes das tipologias

Uma vez que as exigências funcionais variam consoante a função para a qual o edifício é projectado, em processos de alteração de usos, deve haver um cuidado acrescido na análise destas condicionantes. Também o ano de construção do edifício em causa tem um importante peso na determinação dos trabalhos de reabilitação necessários para que um edifício cumpra os requisitos recomendados, uma vez que os materiais e soluções construtivas influenciam o comportamento desse edifício, especialmente ao nível das exigências de habitabilidade, cuja regulamentação é relativamente recente.

v. Segurança estrutural

Ao nível da segurança estrutural as exigências não passam tanto pelo tipo de edifício, mas sim pelo estado da estrutura, uma vez que independentemente da sua função todos os edifícios são projectados de forma a evitar o colapso e garantir a integridade dos seus utilizadores. No entanto, com o desenvolvimento das tecnologias da construção, a regulamentação deste tópico tornou-se cada vez mais exigente. Assim, aquando de um processo de alteração de uso é importante analisar o estado da estrutura como foi dito acima, o tipo de estrutura e a função para a qual foi projectada, de forma a avaliar a sua capacidade de resistência a sobrecargas, nomeadamente porque os valores a considerar nos pavimentos dependem do tipo de utilização previsto, como se pode ver na Tabela 2.9.

Tabela 2.8 - Valores característicos das sobrecargas a considerar nos pavimentos em função do tipo de utilização [95]

Tipo de utilização	Sobrecarga [kN/m ²]
• Habitações em geral	2,0
• Escritórios em geral	3,0
• Escritórios com equipamento pesado	4,0
• Salas de espectáculos com cadeiras fixas e restaurantes	4,0
• Garagens públicas para automóveis ligeiros	5,0
• Igrejas e salas de espectáculos com cadeiras amovíveis	5,0
• Oficinas de indústria ligeira e arquivos	5,0
• Estádios e recintos desportivos análogos	6,0

Os edifícios industriais são infra-estruturas onde normalmente se efectuam trabalhos pesados ou espaços destinados a armazenamento. Por isso, a necessidade de criar grandes vãos abertos capazes de abrigar máquinas de grande porte e que permitam manusear grandes quantidades de materiais, permitindo a fácil execução da função para a qual foram projectados, tem um peso maior do que as condições de conforto do ambiente interior. O recurso a grandes áreas envidraçadas, a falta ou pouco isolamento dos edifícios, especialmente antes da década de 80 do século XX, e os métodos de ventilação insuficientes, fazem com que o ambiente interior seja o seu “Tendão de Aquiles” e um ponto que necessita de grande análise e estudo em projectos de alteração do seu uso.

Outra questão diz respeito à sua localização. Estes edifícios estavam normalmente implantados em zonas industriais no centro das cidades, compostas por mais do que um edifício. Assim, para que se consiga dinamizar e dar uma nova identidade a estas zonas esquecidas, é necessário o planeamento de todo o espaço e não apenas de um ou outro edifício.

Os edifícios de serviços, por serem geralmente construídos em *open space* permitem uma maior polivalência em projectos de reabilitação. No entanto, deve-se ter cuidado com o reforço da estrutura em casos de mudança de usos devido ao valor de sobrecarga normalmente utilizado para este tipo de função, conforme se pode ver pela Tabela 3.4. Como foi descrito anteriormente, os edifícios criados especificamente para acolher serviços são relativamente recentes, pois no início da terciarização esta actividade ocorria em edifícios de habitação transformados, ou em edifícios de construção semelhante à construção residencial.

Quando surgiu a distinção entre os edifícios de habitação e de serviços, especialmente ao nível do envelope dos edifícios com a implementação em grande escala da parede-cortina integralmente em vidro e dos sistemas de ventilação artificial em detrimento da ventilação natural, a qualidade do ar interior decaiu consideravelmente, sendo necessário melhorar esta questão em obras de reabilitação e reaproveitamento.

Os edifícios de habitação são aqueles em que há uma menor versatilidade quanto à sua reabilitação para novas funções devido à especificidade exigida às residências, resultado de exigências cada vez mais restritivas dos espaços de vivência das pessoas. Apesar disso, as novas pequenas empresas que vão surgindo continuam a ser uma das poucas actividades que continuam a procurar residências para instalar o seu negócio no centro das cidades. Normalmente são empresas com poucos trabalhadores,

menos de 5 em grande parte das vezes, com negócios que não necessitam de espaços específicos e que encontram no aluguer de apartamentos uma solução mais económica.

A qualidade do ambiente interior merece especial atenção por ser um conceito cujos requisitos se encontram em constante evolução e com regulamentação relativamente recente. Tendo em conta que os primeiros regulamentos para controlo das condições interiores dos edifícios surgiram na década de 90 do século XX e que, aquando dos Censos de 2001, 2.545.909 de edifícios em Portugal, representando 80,8% do parque edificado, tinham sido construídos antes dessa época é natural que muitos dos edifícios não garantam as condições mínimas exigidas. Acresce o facto de, como referido acima, as condições consideradas ideais actualmente não serem as mesmas das necessárias aquando do projecto e construção desses edifícios, fazendo com que muitos dos edifícios do parque edificado português, subitamente, deixassem de corresponder às condições regulamentares consideradas ideais.

2.2.2. Considerações finais

Neste ponto, foi apresentada uma análise aos parâmetros de funcionalidade que surgiram em paralelo com as necessidades da sociedade. Ao analisarem-se as condicionantes de cada tipologia, é possível decompor os seus pontos fortes e fracos, cujo conhecimento é muito importante em trabalhos de reabilitação de edifícios e pretendendo-se que esse processo seja considerado sustentável.

Deste modo, é importante analisar o conceito de construção sustentável para posterior articulação com as características da construção existente com os princípios de sustentabilidade. O objectivo da conjugação destes dois conceitos é encontrar um processo construtivo que possa ser aplicado à readaptação de usos, que se traduza num ambiente construído mais saudável e com menores impactos no ambiente.

2.3. Adaptação de edifícios a novos usos

2.3.1. Enquadramento

Como mencionado anteriormente, o volume do parque edificado existente é grande e a alteração de usos é hoje uma necessidade decorrente da economia e do caminho que o sector da construção tem adoptado quanto à racionalização e à poupança de recursos e energia.

A tendência de centralizar todas as actividades nas cidades foi-se perdendo, aumentando, deste modo, os movimentos das pessoas e das empresas. Esses movimentos induzem à necessidade de alteração e adaptação a novos usos do parque edificado de forma a revitalizar os centros urbanos que se encontram descaracterizados e desocupados. Assim, e tendo em consideração os sistemas construtivos pré-existentes e a necessidade da sustentabilidade que o processo de construção deverá adoptar na sua

actividade, impõem-se que os trabalhos de construção a desenvolver se enquadrem no conceito de construção sustentável.

2.3.2. Oferta de espaços desocupados

A preocupação com a sustentabilidade do ambiente construído abriu uma janela de oportunidade para o desenvolvimento do conceito de reutilização de edifícios.

As várias mudanças ocorridas ao longo do século XX na vivência e nas exigências impostas aos edifícios, que se deveram ao desenvolvimento constante da tecnologia, aumentavam o risco desses edifícios se tornarem obsoletos mais rapidamente, o que culminava na sua desocupação e abandono. Estas mudanças deveram-se, sobretudo, ao nível dos sectores de actividade secundário e terciário – da indústria e serviços, respectivamente – onde a transformação nas suas necessidades funcionais foi maior.

A construção industrial, crescente desde o advento da Revolução Industrial, levou ao nascimento de grandes áreas industriais constituídas por infra-estruturas capazes de responder às necessidades dos operários e tiveram um papel extremamente importante no crescimento e planeamento urbano das cidades. O processo de desindustrialização, ocorrido por volta da década de 80 do século XX, caracterizado pela diminuição de trabalhadores no sector secundário, com a sua passagem para o cada vez mais influente sector terciário. Este processo deu origem a “paisagens de desolação, caduca como os próprios instrumentos técnicos que um dia lhes deram vitalidade” [15]. Segundo Vasco da Silva, “As ruínas industriais permanecem agora descontextualizadas do seu perímetro urbano, esgotadas de função, criam apenas espaços obsoletos na cidade, à espera que um novo uso lhes seja administrado, repondo-lhes a vitalidade de outrora.” [25] Assim, a desocupação das indústrias existentes no centro das cidades deu origem a um parque edificado passível de ser reutilizado, restituindo a valorização do património.

Em Portugal facilmente se encontram projectos de aproveitamento destes edifícios para novos usos, especialmente nas grandes cidades, onde a industrialização foi mais sentida. Em Lisboa, por exemplo, conseguem-se encontrar vários casos de aproveitamento de infra-estruturas industriais com alteração de uso: o empreendimento *Lisboa Loft* dos arquitectos Raúl Abreu e Miguel Gomes em que a antiga Fábrica de Lâmpadas do Lumiar, na Avenida 24 de Julho foi convertido num edifício de habitação [61]; a *Lx Factory* que nasceu no espaço da Antiga Companhia de Fiação e Tecidos Lisbonense do século XIX e passou a albergar, após a sua reabilitação, centenas de empresas e espaços comerciais [60]; ou o *Museu da Electricidade* que antes de ter a presente função cultural, serviu para fornecer energia eléctrica à cidade de Lisboa durante o século XX, ainda com a denominação de Central Tejo [66].

Luísa Martins acentua a necessidade de reconversão dos espaços industriais existentes no centro das cidades: “A reconversão de alguns edifícios industriais pode ser o início da resolução de várias

questões que se colocam na cidade actual: a necessidade de criar um futuro para as áreas onde estes edifícios estão implantados, dando-lhes um novo destino que as tire da negligência em que se encontram, a conservação de edifícios que sejam, de algum modo, relevantes para a história da cidade e a implementação de novos programas em zonas (...) centrais, o que, consequentemente, gerará uma regeneração urbana há tanto tempo esperada” [61].

Em meados do século XX, aquando do início da expansão do sector terciário, as empresas começaram a estabelecer-se nas cidades, sobretudo nos países mais desenvolvidos, passando os centros urbanos a concentrar os serviços de apoio às populações e às actividades económicas [37]. Com a evolução das exigências do espaço de trabalho, a necessidade de modernização das instalações, os edifícios foram-se tornando obsoletos. O aparecimento dos pólos empresariais nos subúrbios das cidades desencadeou a migração dos serviços para estes grandes aglomerados de escritórios, o que ajudou na desocupação do centro das cidades. Actualmente, para além do factor de desocupação descrito anteriormente, também a presente crise económica que o mundo atravessa e a consequente falência ou deslocalização das empresas para países com custos de produção mais baixos, contribuem para a desocupação de edifícios. Mais uma vez, utilizando a capital como exemplo, facilmente se encontram situações destas. Recentemente, o Conselho de Administração Executivo do banco Millennium BCP trocou o edifício na Rua Augusta, onde se mantém a Fundação MillenniumBCP e a área museológica, por modernas instalações do Tagus Park, em Oeiras.

Outro potencial caso de oferta a longo prazo resulta do enorme crescimento da construção de centros comerciais e superfícies de retalho que caracterizou a primeira década do século XXI em Portugal. O primeiro espaço de retalho construído especificamente para esse fim data da década de 70 do século XX. Ao aperceber-se da potencialidade deste mercado emergente, a construção destes espaços não mais parou de crescer. Actualmente, das centenas de centros comerciais existentes em Portugal, que perfazem cerca de 2,6 milhões de metros quadrados, cerca de 61% foram construídos entre os anos 2000 e 2009. E, apesar de a actual crise económica e a eminente saturação do mercado que provocou um abrandamento na abertura de novos centros comerciais em 2008, a verdade é que se encontra prevista a inauguração de mais espaços no decorrer dos próximos anos. Esta tendência para a criação de cada vez mais e maiores centros de retalho veio tirar mercado e empurrou os espaços mais antigos e mais inadequados às características exigidas actualmente a este tipo de espaços tornando-os obsoletos e caindo rapidamente em desuso, especialmente nas cidades mais desenvolvidas onde o número de grandes espaços de retalho é maior, sendo, por isso, maior a concorrência. Esta concorrência, aliada à inadaptação dos espaços mais antigos, levou à mobilização das pessoas de uns centros para outros. Tem-se o exemplo, na capital, do Centro Comercial Fonte Nova cujo negócio se ressentiu com a construção do “vizinho” Centro Comercial Colombo, o maior espaço de retalho da Península Ibérica da altura.

E se num futuro, certamente não muito próximo, os espaços comerciais ideais da população deixarem de ser os megalómanos centros comerciais e evoluírem para outro tipo de espaços? Será necessário

encontrar novas soluções para estas construções de centenas de milhar de metros quadrados para que não se criem vazios e pontos descaracterizados no interior das cidades, senão corre-se o risco de os centros comerciais criarem no século XXI uma situação semelhante à que se vive actualmente com os edifícios industriais abandonados no final do século XX.

Note-se que a sociedade vive em constante desenvolvimento, tanto tecnológico como comportamental. O comportamento das pessoas segue as tendências criadas pelas novas tecnologias e pelos novos mercados que vão surgindo, aspecto que também se aplica aos edifícios. Quando surge uma nova actividade capaz de satisfazer uma necessidade humana até então desconhecida ou considerada desprezável, cria-se um novo mercado que rapidamente é abastecido pela construção de espaços específicos. Nasce uma nova tendência que dispara a procura no mercado e resulta na edificação de inúmeros edifícios. Com o desenvolvimento das necessidades associadas a esses espaços e das tecnologias construtivas da época, surgem novos edifícios mais capazes e adaptados a essas novas exigências. Entretanto os primeiros edifícios, por já não corresponderem às necessidades, vão perdendo a sua utilização até que já não consigam satisfazer o mercado. A seguir ao ponto em que se tornam obsoletos, estes edifícios caem em desuso, resultando muitas vezes no seu abandono. Assim, uma vez que a sociedade e as suas tendências estão em constante desenvolvimento pode-se assumir que no futuro haverá sempre novas ofertas de edifícios desocupados que já não cumpram as funções para as quais foram projectados e construídos.

2.3.3. Factores para a alteração e adaptação de edifícios

“Adaptação é o conceito que define todos os trabalhos executados num edifício, extra-manutenção, com o objectivo de o ajustar, reutilizar ou melhorar ao nível da sua capacidade, função ou desempenho, de forma a corresponder a novas necessidades. Consiste na realização e controlo de alterações funcionais e físicas em edifícios existentes.”
[30]

Desde o início da civilização que o Homem adapta as infra-estruturas que o rodeiam consoante as suas necessidades. Por exemplo, no Império Romano os cidadãos mais abastados adicionavam pátios circundados por divisões na zona posterior das suas domus de forma a aumentarem a área da sua habitação. Na Idade Média, acrescentavam-se pisos aos edifícios de habitação para que estes acolhessem mais famílias. Estes exemplos demonstram que o conceito de adaptação de edifícios não é recente. À medida que a sociedade evoluiu, os seus hábitos diários mudaram de acordo com as suas novas necessidades e, consequentemente, aumentaram também as exigências sobre a propriedade. Esta tendência fez com que os edifícios tivessem de acompanhar essa evolução através de constantes processos de alteração com o objectivo de melhorar o seu desempenho e de corresponder às novas exigências. A adaptação de edifícios pode ocorrer através de mudanças na sua função; no seu

tamanho, recorrendo à ampliação ou demolição parcial; ou ao nível do desempenho através de trabalhos de renovação e reabilitação [30].

Apesar de bastante utilizada no passado, a adaptação de edifícios obsoletos só ganhou verdadeiro impacto após as décadas de 1960 e 1970, quando se assistiu a uma grande actividade de demolição de património que era muitas vezes substituído por construções de pior qualidade e inadequadas ao contexto urbano em que estavam inseridas. Em alguns casos, chegaram a desaparecer importantes marcos arquitectónicos levando à descaracterização de algumas comunidades. Esta tendência foi especialmente marcante nas cidades mais desenvolvidas onde se podem encontrar vários exemplos: o Singer Building em Nova Iorque (1908-1968) foi, durante dois anos, o edifício mais alto do mundo; a Pennsylvania Station (1910-1963), construída para servir as centenas de passageiros diários que recorriam ao caminho-de-ferro para as suas deslocações inter-cidades, a estação com os seus 28.000 m² constituía uma entrada monumental na cidade; a Euston Station (1837-1961), a primeira estação de caminho-de-ferro inter-cidades de Londres foi demolida no século XX tendo sido substituída por um novo edifício. Note-se que estes são apenas alguns exemplos de muitos que podem ser encontrados, especialmente de estruturas industriais ou do recente (à data) sector terciário, actividades que mais evoluíram na primeira metade do século XX.

A adaptação de edifícios apresenta várias vantagens em relação à demolição: é económica pois é um processo mais rápido, uma vez que as infra-estruturas base como as fundações e a estrutura já existem; é mais ecológica pois ao adaptar-se um edifício, tende a melhorar-se a sua eficiência energética e também por se poupar ao nível da produção e transporte de materiais; o facto de se manter o envelope do edifício garante protecção para os trabalhos e armazenamento de materiais, o que evita interrupções devido às condições climáticas ao longo da obra. Por seu lado, a demolição é um processo muito dispendioso que consome uma grande quantidade de recursos e gera também uma considerável quantidade de resíduos. No reverso da medalha desta atitude encontra-se o facto de não haver garantias que um edifício adaptado tenha o mesmo desempenho de um edifício novo nem que as melhorias compensem as deficiências pré-existentes dado existirem muitas restrições ao nível das dimensões, forma e aspecto e por o ciclo de vida ser sempre inferior ao de um edifício construído de raiz [30].

Os projectos de alteração de usos de um edifício podem apresentar fins residenciais, fins não residenciais ou mistos – sendo estes últimos os mais difíceis de concretizar devido às regras de isolamento acústico e resistência ao fogo que têm de cumprir – e porque dependem das mudanças económicas, demográficas e sociais, verificadas num determinado momento na sociedade.

As conversões com fins residenciais são as mais frequentes devido à constante procura de habitação nas cidades. Com as restrições dos planos municipais não é possível expandir a cidade indiscriminadamente para construir novos edifícios de habitação sendo, por isso, expectável que esta tendência de reaproveitamento de estruturas com objectivos residenciais já existentes perdure durante muito tempo. Este reaproveitamento pode ser efectuado segundo várias formas sendo as mais comuns:

a divisão de uma habitação unifamiliar em várias parcelas, dando origem a conjuntos de pequenos edifícios multifamiliares, e a reabilitação de edifícios de outros sectores de actividade, como por exemplo fábricas, que dão origem a condomínios com várias fracções [30].

Quando um edifício atinge um estado de redundância na sua classe de uso, a primeira prioridade é a avaliação das circunstâncias capazes de o tornar num candidato adequado para a adaptação a novos usos. Assim, o primeiro passo essencial na procura de alternativas e utilizações viáveis capazes de dar nova vida à edificação é a identificação das características genéricas que podem ter impacto sobre essa adaptação. A viabilidade geral da adaptação de um edifício para apoio a novas utilizações dependerá, por um lado, do grau em que as características negativas e constrangimentos podem ser superados e, por outro, as características positivas e oportunidades podem ser reforçadas e exploradas, por outro [57].

As características gerais de construção que devem ser analisadas quanto à sua possível influência nos processos de alteração de uso encontram-se descritas na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 - Características a analisar em processos de alteração de uso [57]

Estruturais
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo e condição da estrutura • Capacidade de carga do piso • Dimensão da grelha estrutural e das suas secções
Construtivas
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de construção e materiais • Sistemas de revestimento e fenestração • Idade da construção, condição e manutenção
Espaciais
<ul style="list-style-type: none"> • Configuração espacial • Sistemas de acesso • Sistemas de fuga a incêndio
Ambientais
<ul style="list-style-type: none"> • Regime de iluminação e ventilação • Sistemas de controlo ambiental • Orientação e perfil energético
Instalações
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de climatização • Redes de água, electricidade, esgotos e gás • Idade e condição destes sistemas
Financeiras
<ul style="list-style-type: none"> • Valor do imóvel e do terreno • Valor de retorno e custos de uso • Custos de manutenção
Operacionais
<ul style="list-style-type: none"> • Características do local • Transporte, acesso e estacionamento • Medidas de segurança e saúde

O aparecimento do conceito de sustentabilidade abalou a indústria da construção ao introduzir um novo paradigma com objectivos até então desprezados. Enquanto anteriormente a construção se focava na procura do melhor compromisso entre o trio custo, tempo e desempenho, com a preocupação pelo

desenvolvimento sustentável começou-se a avaliar todo o ciclo de vida de um edifício e não apenas o seu investimento inicial. A prioridade passou a ser tentar reduzir ao mínimo a criação e acumulação de resíduos, o consumo e desperdício de recursos naturais e o impacto da construção no meio ambiente, sem desprezar as necessidades e o grau de satisfação das pessoas. Uma das estratégias utilizadas com vista a responder ao novo paradigma da sustentabilidade foi o de reaproveitar edifícios obsoletos evitando os resíduos dos trabalhos de demolição e o consumo exagerado de recursos necessários para construir uma nova infra-estrutura. Por ser uma solução dita sustentável, a reabilitação e adaptação de edifícios tem tido cada vez mais importância na reestruturação das cidades com parques edificados mais densos [30].

2.3.4. Vantagens da alteração e adaptação de edifícios

Ao longo deste trabalho foram sendo apresentadas as principais razões pelas quais se deve recorrer à alteração e adaptação de edifícios, como opção para a construção nova com base na sustentabilidade da construção. Na Tabela 2.10 são apresentadas as vantagens desta solução que a tornaram uma hipótese viável para a preservação e a salubridade do ambiente construído.

Tabela 2.10 - Vantagens dos processos de alteração e adaptação de edifícios

Espaço envolvente
<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção da identidade da zona onde o edifício se encontra implantado • Diminuição do número de edifícios desocupados e obsoletos • Nova vida para edifícios de património histórico que se encontrem em desuso e para os quais a demolição não é uma hipótese viável • Edifícios antigos que não tenham mercado e que constituem oportunidades para criar espaços para a comunidade: culturais, lazer; e até para viver • Preservação da história das cidades através dos edifícios antigos • Aproveitamento do terreno: ao evitar a construção nova em outros locais, diminui-se a edificação em terreno livre e natural e aproveitam-se terrenos devolutos • Revitalização do centro das cidades evitando o fenómeno actual de expansão urbana
Controlo de energia, resíduos e emissões
<ul style="list-style-type: none"> • Poupança da energia que se gastaria na demolição e construção do novo edifício • Evitam-se os RDC e os impactos ambientais da demolição • Diminuição dos resíduos e do consumo de recursos e materiais na obra • Redução das emissões associadas à extração, produção e transporte de materiais • Redução das emissões resultantes dos trabalhos de demolição e de reconstrução • Aproveitamento da <i>energia incorporada</i> e do <i>carbono incorporado</i> dos edifícios existentes • Melhor aproveitamento do ciclo de vida dos edifícios existentes
Poupança económica
<ul style="list-style-type: none"> • Poupança de cerca de 20% dos custos de construção, referentes às fundações e estrutura • Redução do tempo de execução de obra • Solução mais económica que a demolição e reconstrução nova, na maior parte dos casos

2.3.5. Exemplos internacionais

No ponto 2.3.2., dedicado à oferta de espaços desocupados, foram apresentados alguns exemplos nacionais de reaproveitamento de edifícios para novos usos. No entanto, esta tendência há muito que tem sido utilizada para resolver problemas de abandono de imóveis por todo o mundo. Neste capítulo

pretende-se apresentar alguns projectos, escolhidos pelo seu arrojo e ambição, para mostrar a versatilidade e o potencial do processo de alteração de usos dos edifícios, sendo eles a Gasometer City em Viena, Áustria; o depósito de água de Jægersberg em Copenhaga, Dinamarca; a livraria Selexyz Dominicanen em Maastricht, Holanda; e, por último, a The High Line em Nova Iorque, Estados Unidos da América.

Gasometer City, Viena

Situada em Viena, na Áustria, Gasometer City resulta da adaptação de quatro antigos tanques de gás (A, B, C e D) com aproximadamente 70 metros de altura por 60 metros de diâmetro e um volume de cerca de 90.000 m³, construídos entre 1896 e 1899.

Até 1899 o abastecimento de gás para a cidade de Viena encontrava-se em mãos privadas, criando um mercado de monopólio indesejado. Como resposta, em Outubro do mesmo ano, foi inaugurada uma fábrica de gás municipal, caracterizada pelos seus tanques com paredes exteriores de alvenaria de grande porte, com espessuras compreendidas entre os cerca de 5,4 m na base e 1,7 m no topo, e um depósito interior em aço onde era armazenado o gás de coque produzido na fábrica. Rapidamente estas instalações começaram a abastecer a cidade com 110.000.000 m³ anuais, produção interrompida pela Segunda Guerra Mundial devido à destruição de parte da rede de gasodutos e que viria a ser retomada no ano de 1946 após a sua reparação. O declínio da fábrica começou na década de 60 do século XX com a quebra na procura de gás de coque e culminou com a introdução do gás natural puro em finais da década de 70 do mesmo século. Estas enormes estruturas industriais perderam a sua utilidade resultando na desactivação do tanque B em 1984, seguindo-se os restantes em 1986 [20].

Como em 1981 estas estruturas foram consideradas património histórico a demolição não podia ser considerada. Assim, em 1995, foi lançado um concurso para a reabilitação dos tanques que foi ganho pelos arquitectos, Jean Nouvel, Manfred Wehdorn e Wilhelm Holzbauer e pelo atelier de arquitectura Coop Himmelb(l)au, criando quatro interpretações diferentes dos depósitos [71]. Em poucos anos, estas estruturas tornaram-se um dos mais invulgares e representativos exemplos de adaptação e reutilização de uma instalação industrial na Europa [27].

Este novo complexo residencial, comercial e empresarial inclui cerca de 800 apartamentos, dos quais dois terços encontram-se dentro das instalações originais, 70 apartamentos para estudantes, sala de espectáculos com capacidade para 2.000 a 3.000 pessoas, 11.000 m² destinados a escritórios, um centro comercial com 20.000 m² que serve de ligação entre todos os tanques ao longo dos pisos térreos, salas de cinema, estacionamento automóvel subterrâneo com 1.000 lugares e ainda um arquivo municipal [20]. Criou-se, assim, um espaço multifacetado auto-suficiente capaz de satisfazer vários mercados a partir de um complexo industrial abandonado e sem qualquer valor imobiliário aparente.



Figura 2.7 - Gasometer City: tanques A, B, C e D [71]

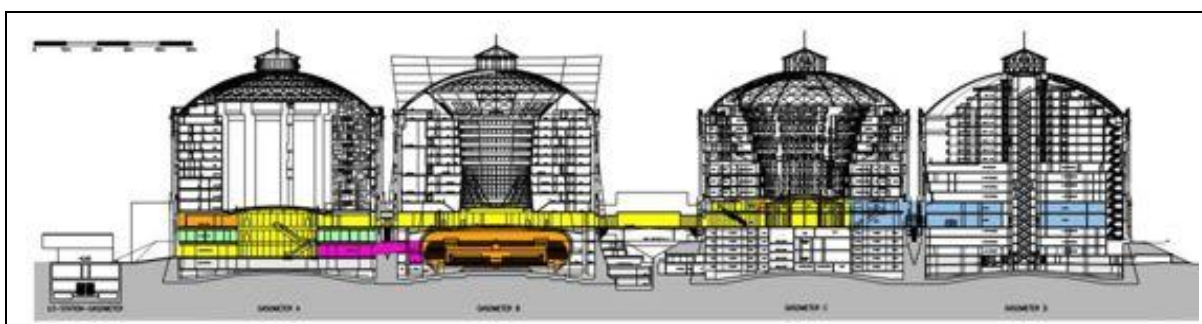


Figura 2.8 - Corte dos reservatórios e zonas públicas: centro comercial e sala de espectáculos [71]

No tanque A, o arquitecto Jean Nouvel criou um conjunto de doze edifícios delgados intervalados por espaços de quatro metros entre eles de forma a permitir que a luz externa inunde o espaço interior a partir das janelas existentes na construção original. Para isso, as empenas dos edifícios foram revestidas por uma superfície espelhada reflectora. Este jogo de luz para além de iluminar a praça interior do tanque, reflecte a luz para o centro comercial existente nos pisos inferiores através da cobertura envidraçada. As torres constituem edifícios mistos com escritórios nos pisos inferiores e habitação nos pisos superiores. Por baixo do centro comercial foi construído um parque de estacionamento automóvel.

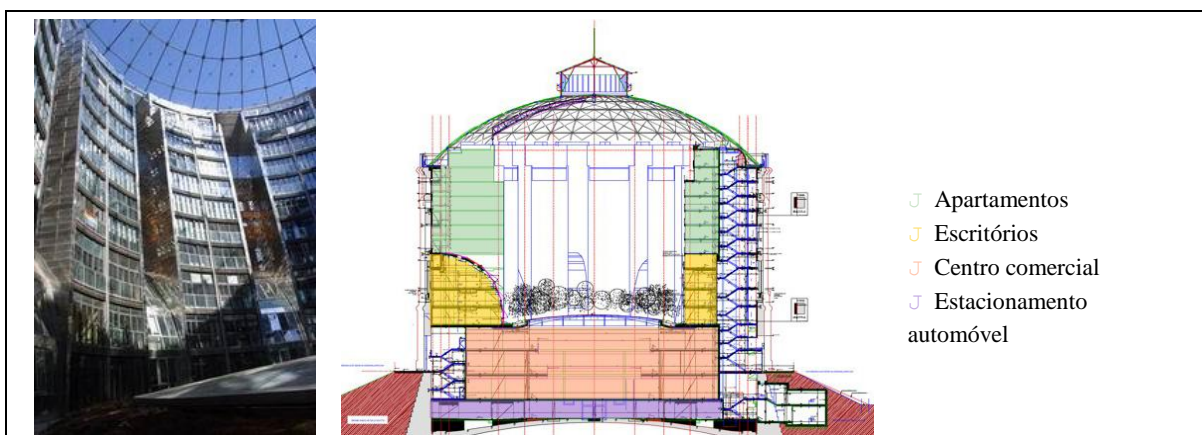


Figura 2.9 - Tanque A: interior e corte esquemático [71]

No tanque B, criado pelo atelier Coop Himmelb(l)au, foi construído um novo edifício de apartamentos com 22 pisos no exterior do reservatório. No interior adicionou-se um edifício circular ao longo do perímetro do reservatório, constituído por diferentes tipos de apartamentos: nos pisos inferiores foram criadas habitações para estudantes enquanto os pisos superiores correspondem a habitações acessíveis dedicadas especialmente aos jovens. Ao nível do piso térreo encontra-se a continuação do centro comercial e abaixo deste a sala de espectáculos e as respectivas infra-estruturas de apoio (bar, recepção, etc.).

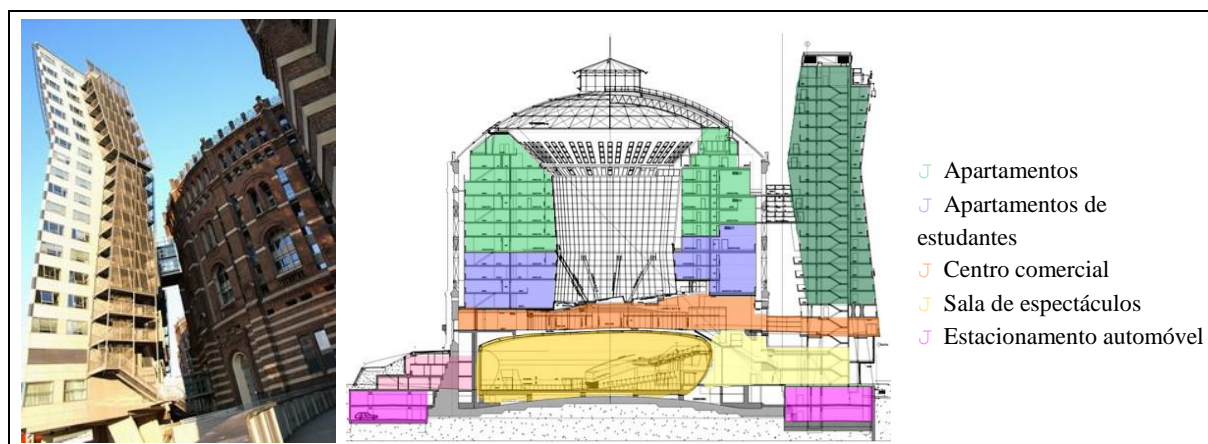


Figura 2.10 - Tanque B: vista do novo edifício e corte esquemático [71]

No tanque C, Manfred Wehdorn criou um jardim interior rodeado por um edifício caracterizado pela sua divisão segmentada e pelos vários níveis de terraços. Esta construção nova apresenta várias funções ao longo dos seus níveis: nos pisos inferiores situam-se os escritórios e nos pisos superiores estão destinados à habitação. Ao nível do piso térreo distribui-se o centro comercial e, abaixo deste, tem um parque de estacionamento automóvel subterrâneo de grande capacidade.

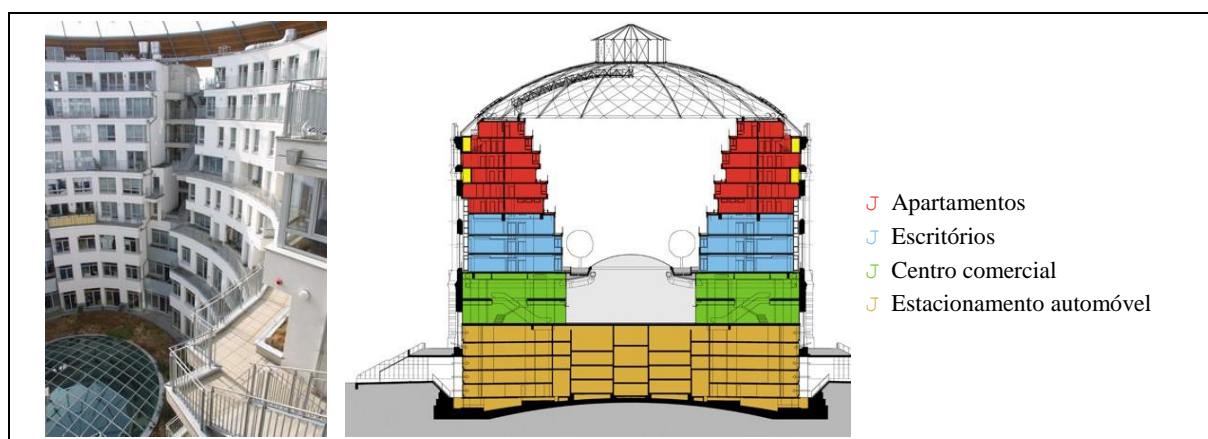


Figura 2.11 - Tanque C: interior e corte esquemático [71]

Por último, ao invés de adoptar o modelo de anel interior que se encontra nos restantes reservatórios, o arquitecto Wilhelm Holzbauer colocou no centro do tanque D as escadas e elevadores de serviço que servem de ligação aos três blocos residenciais dispostos em forma de estrela, criando três pátios

interiores com jardins. No piso térreo tem-se, mais uma vez, o centro comercial, compreendido entre os espaços destinados ao arquivo municipal. Nos pisos subterrâneos inferiores encontra-se o estacionamento automóvel.



Figura 2.12 - Tanque D: interior e corte esquemático [71]

A conversão dos obsoletos tanques de gás resultou na criação de um espaço multifuncional acessível, confortável disponível para toda a comunidade onde se combinam infra-estruturas de comércio, de lazer, de trabalho, residenciais e até governamentais, dando uma nova vida a uma área da cidade desesperada por uma renovação.

Reservatório de água, Copenhaga

O depósito de água de Jægersborg foi construído nos anos 50 do século XX e consiste numa estrutura de grande escala constituída por doze colunas exteriores de betão armado e seis interiores que suporta um reservatório de grandes dimensões. Estas colunas, para além de suportarem o peso do reservatório, servem também para sustentar as nove lajes em betão armado de 15 cm que constituem os pisos.

Em 2004, o atelier de arquitectura Dorte Mandrup Arkitekter venceu o concurso para a reconversão desta estrutura inutilizada. Uma das principais preocupações neste projecto foi a de manter o depósito como um marco da cidade. Para isso, era necessário manter e enfatizar as características originais da estrutura. Assim, foi mantido o reservatório no topo e as colunas exteriores foram deixadas à vista, tendo as adaptações sido feitas a uma escala menor através dos acrescentos de alumínio com grandes vãos envidraçados ao nível de cada piso.

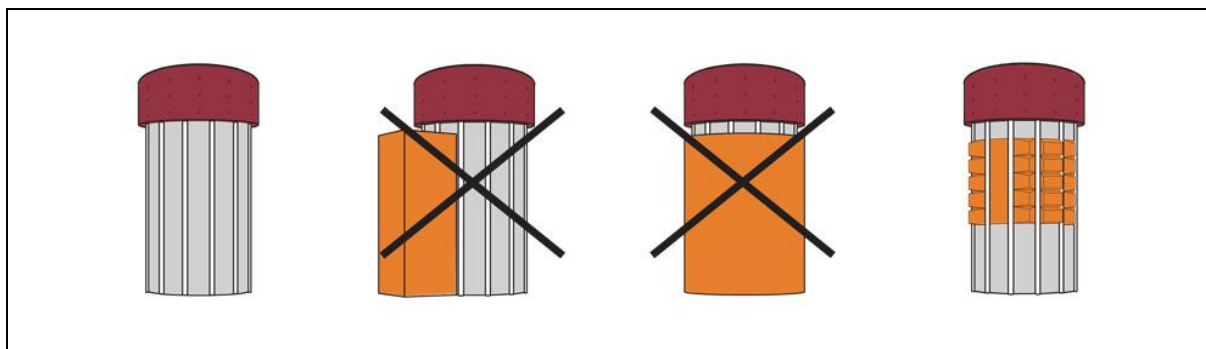


Figura 2.13 - Reservatório de água de Jægersborg, estrutura original e hipóteses de reabilitação: estrutura original (características: tanque de água e pilares massivos); hipótese A: adição de torre (construção pouco equilibrada); hipótese B: adição de revestimento (descaracterização da torre ao esconder a estrutura); hipótese C: elementos novos de escala humana enfatizam a estrutura original [53]

Este edifício divide-se entre um centro de lazer nos três primeiros pisos e habitação para jovens estudantes entre o 4º e o 8º piso. A organização interna do centro para jovens foi planeada para ser flexível permitindo usos diferentes em cada nível. O piso térreo tem janelas do tamanho do pé direito e portas de garagem de grandes dimensões que quando recolhidas abrem o espaço interior para o exterior. Nos cinco pisos superiores foram criadas 36 residências com 32 m² e 36 m². Os espaços salientes, para além de aumentarem a área útil de cada habitação, servem para aumentar a iluminação do espaço interior através de grandes vãos envidraçados com vista sobre a cidade de Copenhaga.



Figura 2.14 - Reservatório de água de Jægersborg: divisão vertical por função; corte esquemático dos vários pisos [53]

Um dos maiores desafios desta conversão foi a resolução dos problemas de acústica. O espaço envolvente é atravessado por várias estradas e linhas de comboio estando a torre sujeita a níveis sonoros muito elevados. Também as lajes de piso esbeltas de betão armado constituíram um problema para o isolamento sonoro. Para resolver estes problemas, foram adoptados sistemas de vidros duplos de forma a isolar o interior dos ruídos exteriores e, para o pavimento, foi colocada uma camada de cortiça por baixo do pavimento de linóleo de forma a diminuir a transmissão sonora entre pisos.

O projecto do reservatório de água de Jægersborg é um bom exemplo do uso de espaços abandonados de edifícios industriais. A adição de novas funções através das residências e do centro recreativo não só aumenta o espaço como prolonga o ciclo de vida da estrutura original.

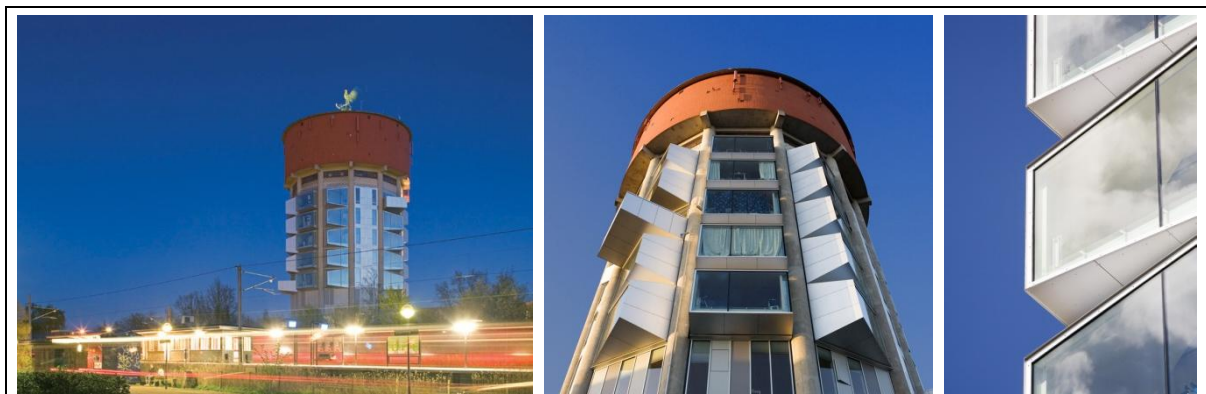


Figura 2.15 - Exterior do reservatório de água de Jægersborg [53]

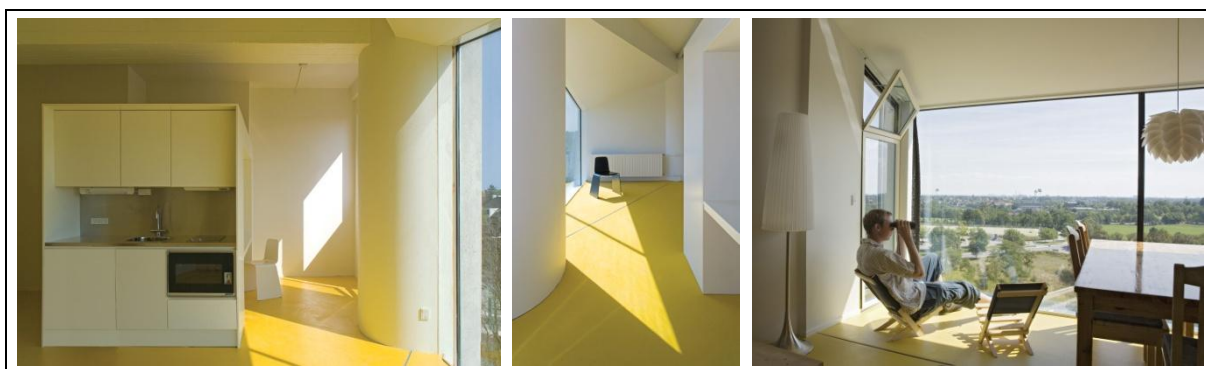


Figura 2.16 - Interior das habitações de estudantes do reservatório de água de Jægersborg [53]

Livraria Selexyz Dominicanen, Maastricht

Em finais de 2006, a cadeia holandesa Selexyz terminou a conversão do interior de uma antiga catedral Dominicana em uma moderna livraria. Esta catedral foi construída no ano de 1294 tendo servido a comunidade até 1794, quando Napoleão invadiu Maastricht e expulsou a ordem religiosa. Desde então, o edifício tem servido de arquivo, armazém e, mais recentemente, para estacionamento de bicicletas. Para os trabalhos de adaptação do espaço numa livraria, o atelier de arquitectura local Merckx+Girod deparou-se com algumas condicionantes: uma lei municipal exigia que a estrutura original fosse completamente preservada não sendo autorizada a construção de qualquer tipo de alteração na catedral em si e, para além disso, o cliente exigiu uma área comercial de 1.200 m² onde havia apenas 750 m².



Figura 2.17 - Catedral como parque de bicicletas; maquetes da transformação para livraria [14][76]

Como os arquitectos não aceitaram a proposta do cliente, que consistia em adicionar um piso à catedral, por essa solução destruir as características espaciais da igreja e pela lei municipal já referida limitar a concepção dessa solução, este trabalho tornou-se um desafio de grandes dimensões. Aproveitando o enorme pé-direito da igreja, foram adicionados dois pisos através de uma estrutura de andaimes metálicos em aço pretos que suportam os vários sistemas prateleiras, passadeiras e escadarias. Estes andaimes, dispostos ao longo da nave central, embora se encontrem junto às paredes da catedral, não chegam a tocar-lhes. Assim, conseguiu-se aumentar a área de exposição, mantendo a imponência e a vivência do espaço original, pois enquanto do lado direito do corredor surge uma estrutura de aço de grandes dimensões com milhares de livros expostos, do lado esquerdo o corredor mantém-se livre, conciliando o contemporâneo e o antigo. A pensar nos clientes, foi adicionada uma cafetaria e uma área de estar na antiga zona do coro, criando um espaço para relaxar. Para reforçar as origens do edifício e sua iconografia, dói colocada uma mesa de leitura em forma de cruz no espaço de lazer.



Figura 2.18 - Livraria Selexyz Dominicaen: exterior; corredor central com expositor [76]



Figura 2.19 - Livraria Selexyz Dominicanen: zona de leitura; cafetaria; expositor [76]

The High Line, Nova Iorque

Apesar de não se tratar de um edifício, opta-se por apresentar este projecto Norte-americano por representar uma alteração de uso exemplar por se ter conseguido dar uma nova vida a vários bairros abandonados da cidade de Nova Iorque através da simples adaptação da antiga linha férrea a parque público.

A The High Line é uma linha de caminho-de-ferro elevada construída na zona Oeste de Manhattan que entrou em serviço no ano de 1934. A rede foi engenhosamente construída acima do nível térreo de forma a evitar que os comboios de mercadorias atravessassem a cidade, pois constituíam uma fonte de perigo para os seus habitantes. Note-se que no final do século XIX e início do século XX um dos transportes preferidos para a deslocação de passageiros e mercadoria nas cidades mais desenvolvidas era o caminho-de-ferro. O excessivo movimento ferroviário e os consequentes acidentes que ocorriam devido à inadaptação da população a este novo meio de transporte, levaram à necessidade de encontrar novas soluções para a convivência das redes de caminhos-de-ferro e o trânsito habitual das cidades. Em Nova Iorque este problema foi resolvido através da separação dos diferentes tipos de tráfego por níveis. A rede ferroviária foi elevada, enquanto a rede rodoviária se manteve ao nível térreo. Assim, conseguiu-se reduzir o tráfego da cidade Norte Americana e diminuir a ocorrência de acidentes relacionados com o cruzamento de transporte ferroviário e rodoviário.

No entanto, o aparecimento do transporte aéreo em meados do século XX, levou a um constante decréscimo no tráfego ferroviário e muitas das infra-estruturas foram abandonadas. Assim, com alguma naturalidade, no ano de 1980, o último comboio atravessava a linha de 2,4 km.

Após o seu fecho, os proprietários da linha tinham prevista a sua demolição. No entanto, um grupo de moradores da zona com o objectivo de preservar e transformar a linha férrea num espaço público de modo a que se mantivesse este marco representativo do passado industrializado da cidade, criou em 1999 um grupo comunitário sem fins lucrativos chamado “Friends of the High Line”. Já nos primeiros anos do século XXI e com a ajuda da Câmara Municipal conseguiram evitar a demolição da linha passando o espaço a pertencer ao município.

A partir do início do século XXI, o projecto começou a dar sinais de vida: em 2003 criou-se um concurso público de ideias para a transformação da linha que envolveu 720 equipas de 36 países; em 2004 cria-se a equipa de desenho constituída por uma empresa de arquitectura paisagista, uma de arquitectura e por especialistas em horticultura, engenharia, segurança, manutenção, arte pública, entre outras; em 2005 é mostrado ao público o desenho preliminar numa exposição criava especificamente para esse evento; em 2006 começa a construção da primeira secção do parque; em 2008 é apresentado o desenho final do projecto; e, por último, em Junho de 2009 é aberta ao público a primeira secção (entre a Gansevoort Street e a 20th Street) do parque. Está prevista a abertura da segunda secção (entre a 20th Street e a 30th Street) ainda no decorrer de 2010.



Figura 2.20 - The High Line: mapa; troço original da linha [2]



Figura 2.21 - Praça da 10th Street: projecto; praça em construção [2]

Com este projecto conseguiu-se criar um espaço público no centro da cidade, capaz de valorizar os imóveis adjacentes que tanto serve como parque como aumenta a mobilidade pedonal da zona de Manhattan pois funciona como corredor de ligação entre três bairros da cidade.

Existe outro ponto muito importante que ocorreu com projecto e que se deve salientar pois demonstra o potencial da reabilitação de edifícios ou estruturas obsoletas e sua influência nas cidades, neste caso, ao nível do espaço envolvente da linha de caminho-de-ferro. Este era caracterizado por edifícios antigos, alguns desocupados, que em tempos tinham servido diferentes indústrias. A reabilitação da linha valorizou o local, aumentou a sua procura no mercado o que resultou no reaproveitamento de muitos dos edifícios envolventes para comércio, serviços e também habitação.

Esta crescente procura também teve consequências nos edifícios que não se encontravam abandonados. Na tentativa de acompanhar este crescente melhoramento e valorização do bairro, muitos edifícios sofreram obras de manutenção ou reabilitação para melhorarem as suas condições. Como exemplo têm-se os inúmeros grafittis, alguns com mais de uma década, que “manchavam” as fachadas dos edifícios da envolvente da linha e que têm vindo a ser removidos para que o bairro ganhe uma nova cara, mais apelativa e menos de abandono.

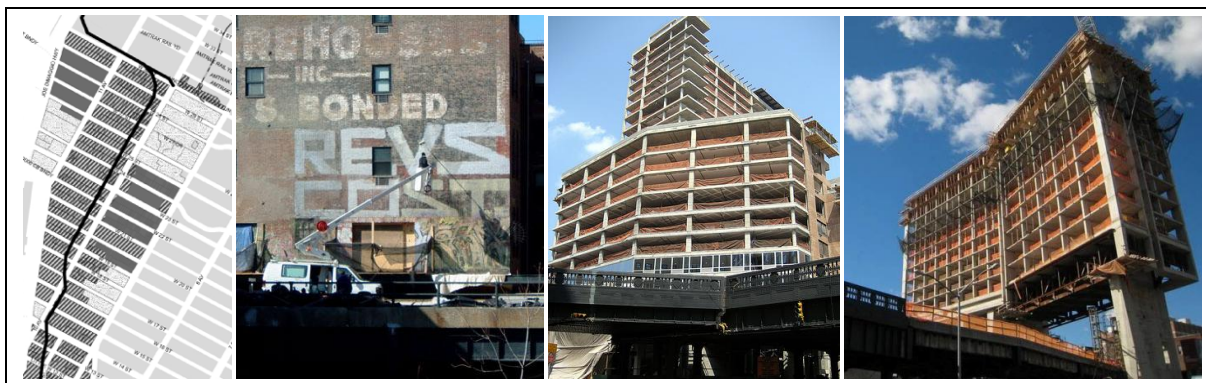


Figura 2.22 - Desenvolvimento do espaço envolvente da High Line: mapa dos edifícios onde se pretende intervir; remoção de grafittis; construção de condomínio de habitação de luxo junto à linha (Caledonia 450W17); construção de um hotel sobre a linha (Standard Hotel) [2]

Este ponto é especialmente importante nas grandes cidades onde facilmente se encontram zonas abandonadas, descaracterizadas e que, como se vê, podem ganhar vida através de projectos simples, mas ousados.

2.3.6. Considerações finais

Conhecendo a oferta de espaços desocupados e as potencialidades da adaptação de edifícios, surge a necessidade de criar uma metodologia passível de ser aplicada ainda na fase de projecto e que englobe todos os passos do processo de construção. Só acompanhando todas as fases desse processo se consegue criar um ambiente sustentável caracterizado pela adopção de soluções que melhorem a qualidade e funcionalidade do espaço com baixo impacto no ambiente.

Actualmente, a reabilitação e adaptação de edifícios desocupados a novos usos tem sido muito utilizada na construção de habitações económicas. Note-se a importância que este processo pode apresentar em cidades com números muito elevados de pessoas sem alojamento ou que vivem em condições precárias. Se fossem aproveitadas as habitações vagas e os edifícios desocupados, certamente que se conseguiria diminuir o número de sem-abrigo de uma forma acessível, ao mesmo tempo que se reabilitariam as zonas abandonadas das cidades.

2.4. Construção Sustentável

2.4.1. Conceito

“(...) Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

- the concept of 'needs', in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and
- the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs.” [74]

Designa-se de desenvolvimento sustentável ao “desenvolvimento que satisfaz as necessidades actuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades.” [74] Este conceito surgiu em 1987 no “Brundtland Report” (Relatório de Brundtland)⁶, também conhecido por “Our Common Future” (O Nosso Futuro Comum), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, estabelecida pela Organização das Nações Unidas (ONU). Este documento foi criado para responder à deterioração do meio ambiente, à desagregação social, ao desenvolvimento económico assimétrico e à diminuição dos recursos naturais que encaminhavam a sociedade para um futuro incerto. Definiram-se medidas com vista a promover o desenvolvimento sustentável tendo principal incidência na racionalização do consumo de energias e de recursos não renováveis.

O Relatório de Brundtland serviu de base à Cimeira da Terra, também conhecida como ECO 92⁷, que ocorreu no Rio de Janeiro em Junho de 1992. Nesta conferência procurou-se abordar o tema do desenvolvimento económico sem descuidar a protecção do ambiente, sensibilizando os estados intervenientes para a necessidade de diminuir o impacto humano na Terra [58]. As preocupações ambientais deixaram de limitar-se à prevenção da poluição e passaram a centrar-se na adopção de novas estratégias para o desenvolvimento sustentável [72]. Nas décadas de 1970 e 80 a Legislação Europeia havia já procurado limitar a emissão de substâncias poluentes. A partir da década de 1980 procurou regular-se o consumo de recursos naturais. [65]

No ano de 1996, surgiu a Agenda Local 21 (AL21). Este documento serviu de orientação para o aparecimento de planos de acção para o desenvolvimento sustentável a nível municipal, com implicações na educação, cultura, desporto, saúde, habitação e urbanismo, saneamento e saúde, actividades económicas, comunicações e transportes bem como na defesa do ambiente. [65]

⁶ Este documento deve o seu nome à primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland que presidiu a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no estudo que levou à criação do relatório em 1987. [59]

⁷ A ECO 92 tornou-se a maior reunião de líderes de sempre ao contar com a presença de 117 Chefes de Estado o que demonstrou a importância que a temática da defesa do planeta adquirira na agenda política. [59]

Apesar do acordo aceite por todos os países intervenientes na cimeira ECO 92, onze anos depois, em 2001, só o continente europeu apresentava um número considerável de Agendas AL 21 implementadas ou em preparação. Apesar de ser o principal impulsionador destes planos de acção, também na Europa se encontra uma grande disparidade na sua adopção: quase metade dos números europeus corresponde a 2042 municípios alemães, seguidos da Itália com 429 municípios. Na cauda da Europa situam-se países como o Chipre, Bósnia e Montenegro com menos de 10 municípios abrangidos por planos AL21.

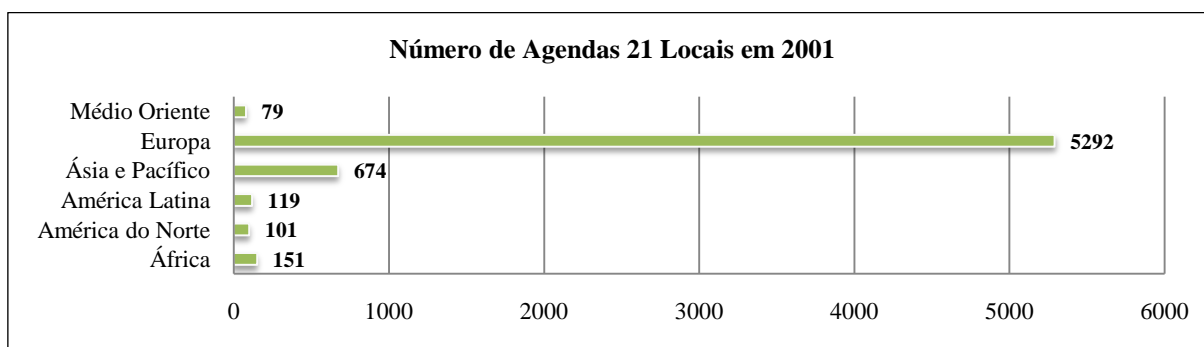


Gráfico 2.5 - Número de Agendas 21 Locais no Mundo

A procura incessante de satisfazer as necessidades humanas de uma população cada vez mais exigente que cresce a grande velocidade desde meados do século XX aliada ao desenvolvimento tecnológico a que se tem assistido levou a um grande aumento do consumo dos recursos naturais disponíveis, tendo-se ultrapassado largamente a capacidade do planeta de os restituir. Uma vez que todas as actividades humanas têm implicação no meio ambiente, tornou-se imperativa a tomada de medidas com vista à diminuição do impacto da actual população na biodiversidade e nos ecossistemas do planeta para que as gerações futuras encontrem uma Terra capaz de satisfazer as suas necessidades, e é essa a definição de desenvolvimento sustentável.

No entanto, a associação corrente que se faz entre o desenvolvimento sustentável e a protecção do meio ambiente é limitada e, na realidade, este conceito vai mais além, apresentando três dimensões distintas: económica, social e ambiental [62]. Na vertente ambiental da sustentabilidade procura-se uma redução no consumo de recursos, na produção de resíduos e na preservação da biodiversidade dos sistemas naturais, sendo o seu objectivo equilibrar o consumo de recursos a uma velocidade passível de estes serem renovados na natureza. As questões sociais como a educação, o lazer e a saúde são já contempladas em grande parte dos países desenvolvidos, existindo, no entanto, muitos países onde tal não acontece. Nestes casos é prioritário encontrar solução para estas questões, uma vez que os índices de qualidade de vida de uma população estão intrinsecamente ligados ao seu desenvolvimento económico [72].

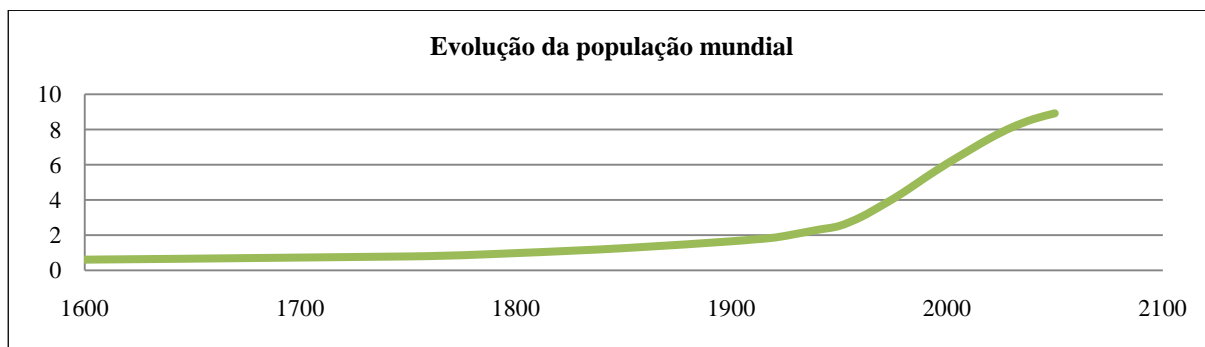


Gráfico 2.6 - Evolução da população mundial em bilhões de pessoas [72]

Sendo a indústria da construção das que mais peso tem na sustentabilidade actual, tanto a nível económico, pois representa uma grande fatia do PIB dos países, como social, ao gerar uma quantidade numerosa de postos de trabalho e ambiental pois depende da ocupação do solo e por ser dos sectores que mais recursos consome e mais resíduos gera, faz todo o sentido que seja esta indústria a que mais estratégias deve implementar de forma a minorar o seu impacto.

2.4.2. Sustentabilidade na construção

O conceito de construção sustentável surgiu em 1994 através do professor Charles Kibert “para descrever as responsabilidades da indústria da construção no que respeita ao conceito e aos objectivos da sustentabilidade” [56] com o objectivo de criar um ambiente construído saudável baseado na economia de recursos e em princípios ecológicos [62]. Para começar, foram analisadas as características da construção tradicional, materiais, soluções e processos construtivos em termos de sustentabilidade. Esta mudança dos objectivos levou ao aparecimento de novos paradigmas da construção.

Na construção tradicional, procurava-se atingir o nível de qualidade definido em projecto, utilizando soluções e processos construtivos que aumentassem a eficiência das obras, ou seja, diminuindo a sua duração e custo totais, de forma a recuperar o investimento inicial o mais rapidamente possível. Posteriormente, surgiu a construção ecológica, ou construção eco-eficiente, que introduziu as preocupações ambientais na fase de projecto. Minimizar os recursos consumidos, a emissão de gases poluentes e a produção de resíduos de obra passaram a ser preocupações essenciais. Para além disso a conservação da biodiversidade e a integração do ambiente construído nos ecossistemas naturais reduzindo o seu impacto constituíram também novas premissas características da construção ecológica. Por último, surge o paradigma actual da construção sustentável que corresponde à conciliação de preocupações ambientais da construção eco-eficiente com as preocupações económicas e sociais da comunidade em causa [62].

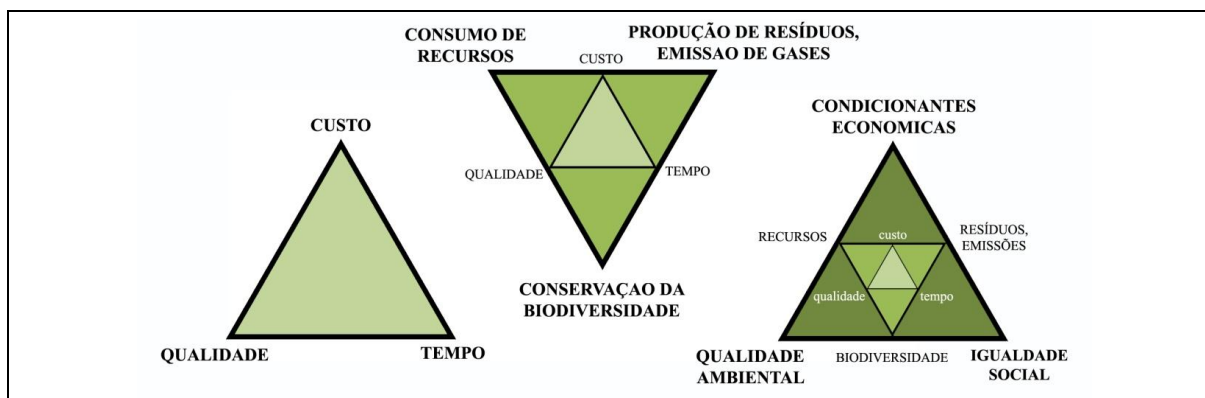


Figura 2.23 – Evolução dos paradigmas da construção [59][72]

Tabela 2.11 - Evolução das prioridades ambientais [32]

Década de 1970
<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de energia
Década de 1980
<ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento global • Conceito de desenvolvimento sustentável • Destruição da camada de ozono
Década de 1990
<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição e qualidade dos recursos hídricos • Protecção das florestas tropicais • Biodiversidade
Década de 2000
<ul style="list-style-type: none"> • Saúde das cidades • Arquitectura e construção sustentáveis • Sustentabilidade e saúde

O sector da construção é responsável, a nível mundial, pelo consumo de cerca de 58% de todos os recursos naturais extraídos e por criar perto de 50% dos resíduos, dos quais 92% resultam das actividades de demolição enquanto os restantes 8% provêm de outros trabalhos construtivos como as reabilitações ou renovações [72]. Para além disso, os edifícios representam cerca de 42% de todo o consumo energético do planeta. Daí ser prioritária a adopção de novas medidas e soluções com vista a diminuir a sua marca no ambiente, continuando, no entanto, a garantir as exigências funcionais e de conforto da sociedade actual.

Segundo Livia Tirone, “as oportunidades de intervenção neste sector passam, em primeiro lugar, pelo aumento da eficiência energética do meio edificado; em segundo lugar, pela transformação descentralizada de energias renováveis (micro-geração, à escala local) e também pela optimização da oferta de energia (preferivelmente proveniente de fontes de energia renovável)” [85].

Apesar de actualmente a prioridade se encontrar ao nível da energia, a sustentabilidade na construção não depende apenas deste factor. Deve começar ainda em fase de projecto através de decisões teóricas que permitam avaliar e diminuir o impacto no ambiente dos seus componentes, e da construção como um todo, ao longo do seu ciclo de vida, desde o primeiro esboço até à sua desconstrução ou

demolição. Também os materiais deverão ser submetidos aos princípios da construção ecológica desde a extração das matérias-primas até ao destino dos resíduos resultantes da sua demolição. Uma das principais preocupações da construção sustentável passa pela maximização da durabilidade dos edifícios.

O conceito de durabilidade requer especial atenção por ser um dos princípios básicos da sustentabilidade e encontra-se directamente associado ao ciclo de vida de um edifício que é o período de tempo em que edifício mantém as características mínimas de segurança, estética, estabilidade e funcionalidade sem necessidade de sofrer intervenções não previstas, desde o início da produção dos seus componentes. Uma das preocupações da sustentabilidade na construção consiste em maximizar o ciclo de vida da construção. Para tal deve-se utilizar sistemas construtivos e materiais de construção que sejam duráveis e, ao projectar o edifício, deve-se procurar soluções flexíveis que permitam o seu ajuste a novas utilizações. Quanto maior o ciclo de vida para o qual o edifício é projectado, maior o período de tempo durante o qual os impactes ambientais produzidos durante a fase de construção serão amortizados. Estes impactes ambientais da construção introduzem o conceito de energia incorporada que é a soma de toda a energia necessária para extrair, produzir, transportar para o local de construção e instalar os materiais necessários para a construção de um edifício. No fundo é toda a energia necessária para fornecer um produto acabado [65].

A quantificação da energia incorporada nos edifícios surgiu na década de 70 do século XX como forma de avaliar os benefícios energéticos da conservação e reabilitação de edifícios. Num estudo realizado por Richard Stein, onde se abordavam questões como a energia existentes nas estruturas construídas a reabilitar, a energia necessária para a conservação e reabilitação e a energia necessária para a demolição e preparação do local para obra e a energia necessária para a construção nova, chegou-se à conclusão que, para os casos de estudo considerados, a conservação economizava mais energia do que a demolição e reconstrução. Mais recentemente, impulsionado pelas alterações climáticas e a necessidade imediata de medidas capazes de reduzir as emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa, foi introduzido um novo conceito na construção, o carbono incorporado. Analogamente ao conceito de energia incorporada, o carbono incorporado quantifica a quantidade desse elemento emitido ao longo da construção do edifício, incluindo as emissões decorrentes da extração e produção dos materiais, seu transporte para a obra e sua instalação. A quantificação desta nova variável serviu para mostrar que a reutilização e a modernização de edifícios existentes conseguem constituir uma forma ambientalmente responsável para reduzir as emissões a curto prazo que a demolição e reconstrução [65].

Na Tabela 2.12 encontram-se listados os princípios base da construção sustentável.

Tabela 2.12 - Princípios da construção sustentável [6][59][65]

Economizar energia e água
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar o uso de energias renováveis• Aumentar a eficiência energética da construção• Minimizar os consumos energéticos na fase de construção• Melhorar a iluminação e ventilação naturais de forma a reduzir gastos em energia• Reutilizar águas cinzentas por exemplo nas sanitas ou na rega de espaços verdes• Recolher águas pluviais e implementar estratégias para a sua utilização• Aproveitar a topografia do terreno, a orientação do edificado e os sistemas passivos de forma a reduzir os gastos em energia
Melhorar o conforto interior
<ul style="list-style-type: none">• Maximizar o aproveitamento da iluminação e ventilação naturais• Aproveitar a topografia, a orientação do edificado e os sistemas passivos para melhorar o conforto interior
Maximizar a durabilidade dos edifícios
<ul style="list-style-type: none">• Projectar edifícios de forma a aumentar o seu ciclo de vida• Adoptar técnicas e materiais de construção duráveis e flexíveis de modo a permitir o seu ajuste a novas utilizações• Planear intervenções de conservação e manutenção dos edifícios e fomentar a reutilização de estruturas já existentes
Utilizar materiais ecológicos
<ul style="list-style-type: none">• Utilizar preferencialmente materiais locais de forma a diminuir as emissões de transporte• Utilizar materiais recicláveis e renováveis que permitam a sua reutilização• Maximizar o uso de materiais e produtos reciclados• Utilizar materiais ecológicos – sem produtos químicos nocivos, duráveis, que exijam poucas operações de manutenção e com baixo consumo de energia primária
Consumo de Energia Primária (PEC – primary energy consumption) representa o somatório da energia consumida durante a extracção das matérias-primas, seu transporte para as unidades de processamento e no seu processamento
Minimizar a produção de resíduos
<ul style="list-style-type: none">• Maximizar a utilização de sistemas pré-fabricados• Maximizar o uso eficiente dos materiais evitando desperdícios
Ser económica
<ul style="list-style-type: none">• Minorar os custos pois se a solução sustentável for mais dispendiosa que a tradicional, não é competitiva• Aumentar a produtividade e diminuir o período de obra através do recurso a soluções construtivas simples• Aumentar o valor residual da construção através da adopção de materiais reutilizáveis e recicláveis

2.4.3. Processo de construção sustentável

O processo de construção sustentável “visa atingir os princípios do Desenvolvimento Sustentável, através da implementação de métodos de acções passivas, processos construtivos rigorosos e detalhados, selecção e utilização de materiais mais ecológicos e também de uma eficiente componente de avaliação e monitorização” [7]. Deve-se adoptar uma metodologia que permita aproveitar o meio natural envolvente para alcançar níveis de conforto ambiental elevados em todo o ciclo de vida do edifício construído através da adopção de técnicas activas e passivas de conservação de energia, gestão de recursos e de uma escolha adequada de materiais, equipamentos e sistemas construtivos. Com este

processo pretende-se atingir uma melhoria do conforto ambiental de um modo passivo “sem recurso a equipamentos activos que no seu funcionamento requeiram utilização de energia” [85].

A Figura 2.24 apresenta um esquema representativo do processo de construção sustentável. É de salientar que este é um processo cíclico que abrange todas as fases do ciclo de vida do edifício e no qual se integra a implementação de sistemas ou acções capazes de melhorar a eficiência da edificação, através de medidas de avaliação e monitorização. Só assim se conseguem assegurar que os princípios da sustentabilidade são respeitados na concepção do projecto, que a construção segue os procedimentos correctos, e que os edifícios são utilizados e mantidos segundo padrões sustentáveis pelos seus utilizadores [8].

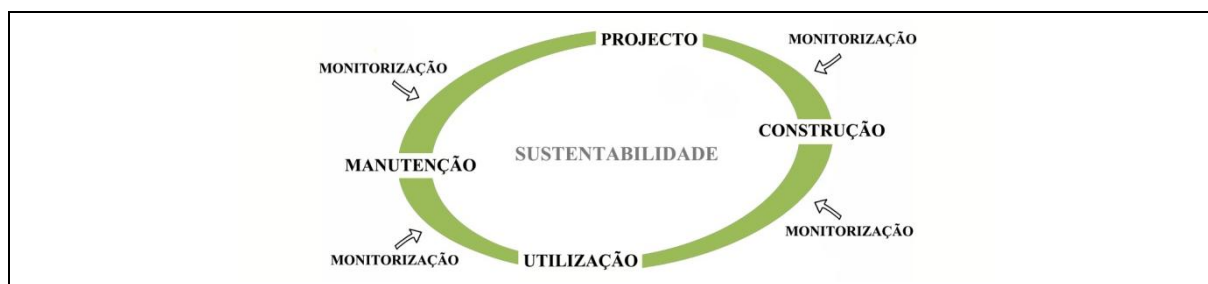


Figura 2.24 - Esquema do processo de construção sustentável [8]

Na Figura 2.25 é apresentada a estrutura de intervenção do processo de construção sustentável detalhado nas diferentes fases do ciclo de vida do edifício.

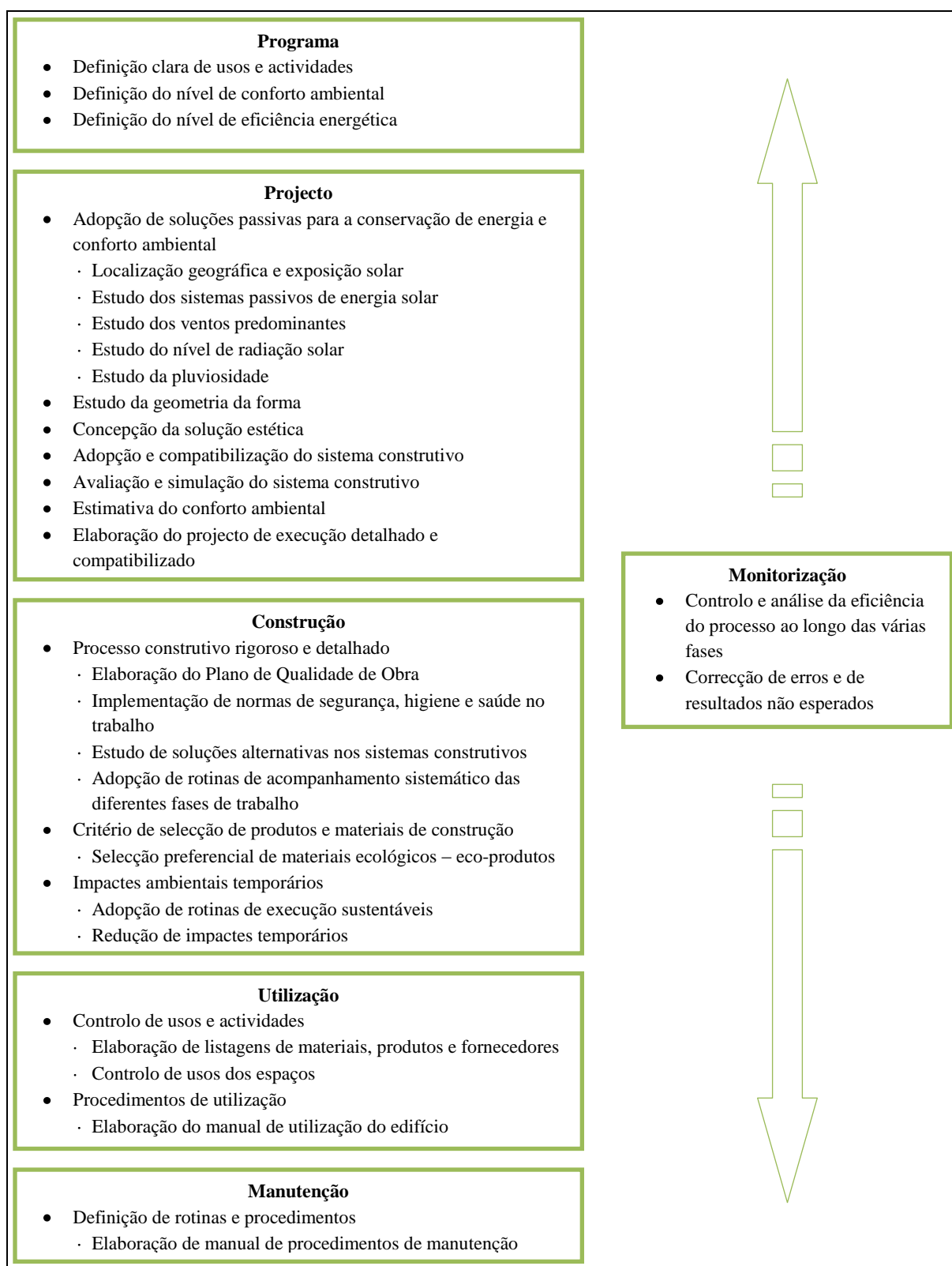


Figura 2.25 - Esquema detalhado do processo de construção sustentável [6][7]

Todo o processo de construção sustentável necessita de uma correcta e constante monitorização de todas as fases do ciclo de vida de um edifício. Só assim será possível avaliar e controlar a eficiência efectiva das opções tomadas no processo, desde o projecto até ao término na sua utilização e “permite identificar e corrigir eventuais desvios aos níveis de conforto e eficiência pretendidos, possíveis

in correcções de implementação e identificação de causas e posterior correcção, de resultados que não correspondam aos pretendidos.” [7]

Para se criar um conjunto de procedimentos que, quando aplicados, resultem numa melhoria da componente ecológica do processo construtivo, devem-se aplicar o conceito e medidas de construção sustentável. No entanto, o maior problema com que a sociedade se depara actualmente é o facto de grande parte dos seus benefícios serem de difícil quantificação pelos meios actuais, impossibilitando a execução de documentos legais aplicáveis ao sector da construção para obrigar à adopção dessas medidas, apesar de as suas vantagens serem conhecidas. Assim, esses processos sustentáveis encontram-se dependentes de interesses extra-construção, especialmente o factor económico [86].

Para mudar as práticas actuais do sector, começam a surgir as metodologias aplicáveis ao processo de construção que procuram ajudar a implementar todos os métodos passíveis de melhorar a dimensão ambiental da construção, o que segundo Miguel Amado [8], devem possuir uma base de entendimento alargada a um processo simples de implementação e de acompanhamento. Deste modo, deverão ser observadas as seguintes premissas:

Programa

O processo de construção começa com o estudo dos parâmetros de sustentabilidade e conforto que se pretendem atingir com a construção. Nesta fase definem-se características como o uso e actividades escolhidas para o edifício, os níveis de conforto ambiental e de eficiência energética pretendidos.

Projecto

Na fase de concepção do projecto, antes da tomada de qualquer decisão, é muito importante conhecer e compreender as características do espaço envolvente ao nível da sua geometria, exposição solar, ventos, pluviosidade, nível de ruído para que a escolha das soluções construtivas seja a mais acertada para o local e para o futuro edifício em estudo. Após a definição destas características e do conhecimento dos requisitos do processo, podem-se determinar as soluções construtivas mais eficiente e, de preferência, que recorram ao máximo de sistemas passivos e activos, aumentando a componente ecológica da construção [7].

Construção

A construção requer especial atenção pois é a fase com maior número de intervenientes e de tarefas simultâneas e, por isso, aquela onde há maior probabilidade de ocorrência de erros e maior dificuldade de controlo dos processos construtivos. Uma vez que a má instalação de algumas das soluções ditas sustentáveis pode resultar na perda da sua eficiência, tornando-se até inúteis, este processo deve ser minuciosamente monitorizado e controlado.

De facto, nesta fase, o procedimento mais importante é a monitorização dos trabalhos para que estes sejam executados conforme definido em projecto, pois só dessa forma se conseguem obter os resultados esperados e, deste modo, minorar os desperdícios decorrentes de uma má execução.

Na fase de construção as acções recairão na selecção dos materiais e dos processos de execução com o objectivo de recorrer a soluções sustentáveis passíveis de diminuir os impactes e os consumos sem comprometer o conforto ambiental e a eficiência energética definida em projecto [7].

A escolha de materiais também deve ser cuidada, pois os trabalhos de acabamento são responsáveis pelo consumo de uma grande quantidade de recursos. Ao nível dos pavimentos, por exemplo, uma vez que grande parte das soluções utilizadas no nosso país recorrem à madeira, deve-se dar preferência a materiais reciclados ou provenientes de florestas sustentáveis. Deve também ser dada atenção às tintas a utilizar, uma vez que se encontram directamente ligadas à salubridade do espaço interior. Uma das soluções passa pela selecção de produtos que não contenham produtos químicos nocivos na sua constituição. Para melhorar os consumos de energia na fase seguinte da utilização devem ser instalados sistemas e equipamentos com lâmpadas de baixo consumo, temporizadores e sensores capazes de desligar os sistemas de iluminação automaticamente quando não se encontram em utilização. O consumo de água pode também nesta fase ser determinado e reduzido através da selecção de redutores de caudal a instalar nas torneiras ou de sistemas de descarga dupla nos sanitários.

Utilização

Esta fase requer especial atenção pois o cumprimento dos seus requisitos neste caso depende de pessoa para pessoa. A maior fatia do consumo de energia, nesta fase, corresponde a equipamentos de controlo do conforto do ambiente interior. Esta variável de conforto depende das características físicas de cada indivíduo, por exemplo, uma sala a uma determinada temperatura pode ser confortável para uma pessoa, mas fria ou quente para outra. Daí ser difícil e desaconselhada a sua definição exacta, deve-se, sim, procurar soluções que a permitam atingir o máximo conforto com o menor impacto possível [7].

Manutenção

Na fase de manutenção a metodologia incide em especial nos procedimentos a realizar de forma a prolongar o nível de eficiência do edifício evitando perdas ou desvios no nível de conforto interior e que contribuam para a poupança de energia. Criando um manual de manutenção onde se encontrem definidas as acções e os trabalhos básicos que se devem ser executados e respectiva periodicidade, os proprietários/utilizadores conseguem manter o imóvel nas melhores condições, garantindo a sua eficiência, o que resulta num aumento da sua durabilidade e do seu ciclo de vida [7].

2.4.4. Soluções para conservação de energia e conforto ambiental

Uma das principais vertentes da sustentabilidade e a que mais preocupação tem gerado até ao presente é a procura de redução dos consumos de energia, uma vez que actualmente a maior parte da energia consumida a nível mundial é obtida a partir combustíveis fósseis não renováveis, cuja combustão liberta grandes quantidades de CO₂ para a atmosfera.

Tabela 2.13 - Consumo de energia mundial em 2008 [32]

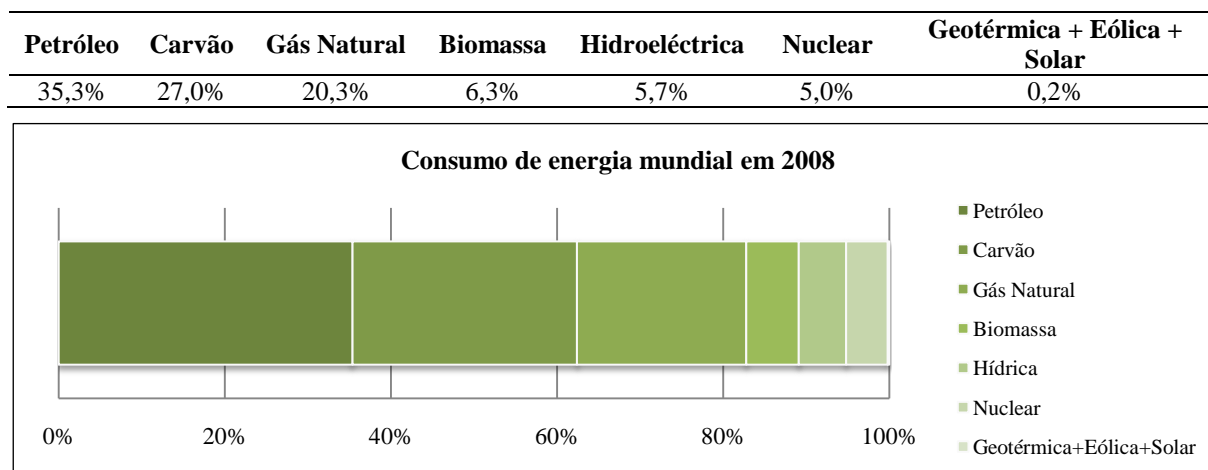


Gráfico 2.7 - Consumo de energia mundial em 2008 [32]

Sendo o sector da construção responsável pelo consumo de grande parte de toda a energia mundial, numa abordagem ecológica da construção tornou-se imperativa a adopção de medidas que melhorem o desempenho energético do edifício, tanto na fase de construção como na fase de utilização. Como resposta, começaram a ser estudadas novas e mais eficientes formas de isolamento, aquecimento e arrefecimento, ventilação e iluminação naturais de forma a diminuir os gastos energéticos de utilização, que eram, em geral, superiores aos gastos de construção. Outra das medidas foi a adopção de métodos de geração de energia com recurso à exploração e aproveitamento de energias renováveis, como a energia solar, eólica, geotérmica, hídrica e da biomassa [65].

Tabela 2.14 – Crescimento previsível do uso de energia renovável na União Europeia [32]

Tipo de Energia		1995	2010
i.	Eólica	2,5 GW	40 GW
ii.	Células fotovoltaicas	0,03 GW	3 GW
iii.	Biomassa	45 Mtep	135 Mtep
iv.	Geotérmica	1,3 GW	5 GW
v.	Colectores solares térmicos	6,5 Mm ²	100 Mm ²

Legenda: GW – 10⁹ watts; Mtep – Milhão de toneladas equivalentes de petróleo; Mm² – Milhão de metros quadrados

Os métodos de captação de energia podem ser passivos ou activos. Enquanto um sistema passivo “capta e transmite naturalmente energia térmica por convecção, condução e radiação, sem recorrer a

meios mecânicos artificiais”, um sistema activo aproveita “os ganhos energéticos naturais através de dispositivos mecânicos, térmicos ou de conversão.” [65]

2.4.4.1. Sistemas Passivos

Os sistemas passivos utilizam-se para aquecer, arrefecer, ventilar e iluminar os ambientes [65] e podem ser subdivididos em dois grupos: directos e indirectos. As estratégias directas utilizam os componentes dos edifícios como dispositivos de captação de ganhos energéticos e, na sua maioria, estão direccionadas para o aproveitamento da energia solar. No entanto, algumas estratégias utilizam o vento ou os materiais construtivos como recurso. As estratégias indirectas necessitam de componentes específicos que captem, armazenem e libertem posteriormente os ganhos energéticos [59].

i. Aquecimento e Arrefecimento

Para o aumento do conforto interior dos ambientes utilizam-se as seguintes estratégias: a orientação do edificado de acordo com a melhor captação de ganhos solares (directa); o arrefecimento directo do ar (directa); a combinação de isolamento e elevada massa térmica (directa); as paredes de trombe (indirecta); as estufas (indirecta) e os dispositivos de arrefecimento pelo solo (indirecta).

Orientação do edificado

“Um sistema de ganho directo baseia-se na captação da radiação solar para o interior do espaço habitado através dos vãos envidraçados” [64] e deve ser complementado pelo isolamento térmico para que não ocorram perdas energéticas durante a noite, por sombreadores de uso sazonal de forma a evitar os ganhos excessivos no Verão e por mecanismos de ventilação natural para renovação do ar interior. A orientação do edificado é uma maneira de maximizar este tipo de ganhos energéticos e procura aproveitar ao máximo a radiação solar disponível, tanto nos meses frios como nos meses quentes.

Na zona europeia, de forma a minimizar as necessidades de arrefecimento no Verão e de aquecimento no Inverno, um edifício deve apresentar uma fachada mais longa voltada a Sul, que garanta um ganho solar máximo nos meses mais frios, e faces mais pequenas expostas a Este e Oeste, que proporcionam um ganho solar mínimo nos meses quentes (Figura 2.26). A face voltada a Sul deve ser complementada com um sistema de sombreamento para que no Verão os ganhos não sejam excessivos, o que pioraria o conforto interior ao invés de o melhorar (Figura 2.27) [65]. Esta estratégia permite melhorar o balanço térmico, baixando os consumos energéticos dos sistemas de aquecimento e arrefecimento.

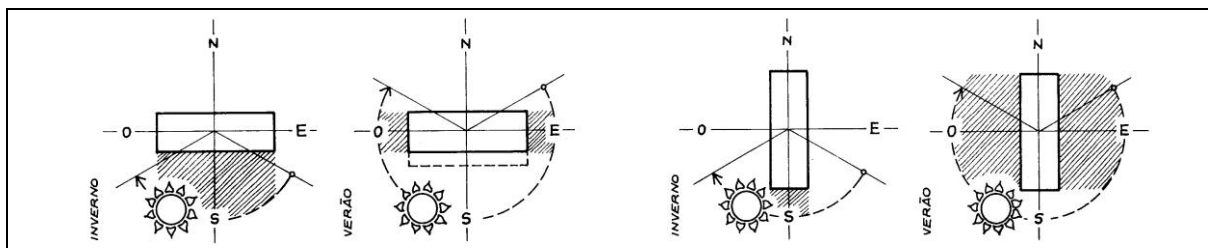


Figura 2.26 - Esquema de boa (esquerda) e má (direita) orientação solar [64]

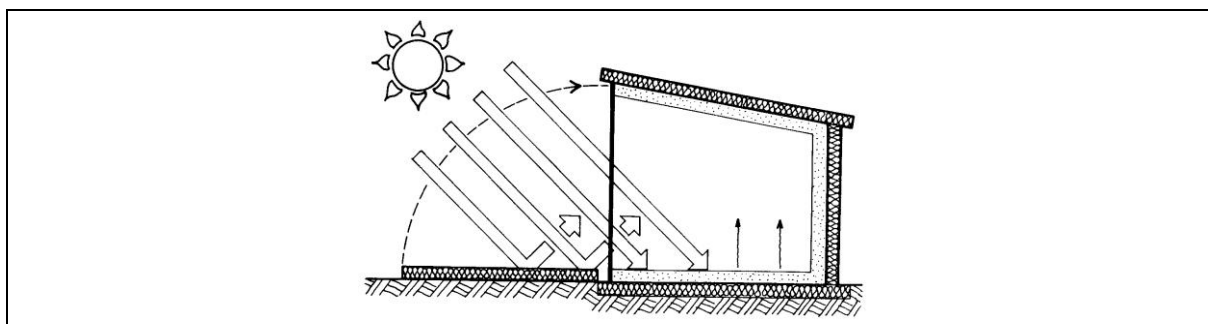


Figura 2.27 - Ganhos directos [64]

Arrefecimento directo do ar

O arrefecimento directo pode ser por deslocação de ar ou nocturno. No primeiro caso, aproveita-se o facto de as moléculas de água em estado gasoso conterem mais energia que no estado líquido para retirar o calor necessário durante a evaporação das superfícies circundantes, arrefecendo-as.

Estas estratégias recorrem ao contacto de massas de ar de baixo teor de humidade com água em evaporação (existente por exemplo em fontes, lagos ou na folhagem de árvores) que resulta no seu arrefecimento; ou à introdução de ar em zonas mais frescas do edifício de forma a arrefecê-lo. Uma vez que é indicada para climas secos com baixos valores de humidade relativa no Verão, estas estratégias têm especial importância no Sul da Europa.

O arrefecimento directo nocturno aproveita as temperaturas baixas que o ar exterior apresenta ao longo da noite para, através da sua introdução no interior dos edifícios, arrefecer os espaços bem como a estrutura [65].

Combinação de isolamento com elevada massa térmica

A combinação de estruturas com elevada massa capazes de absorver grandes quantidades de calor com um invólucro do edifício isolante e estanque que não permita perdas de calor por ventilação constitui uma solução que favorece a captação e retenção de ganhos solares directos. Ao aplicar uma fonte de calor, a massa estrutural com elevada inércia térmica demora a aquecer. Quando deixa de receber

calor, arrefece lentamente por libertação do calor que absorveu, servindo para aumentar a temperatura do espaço interior [65].

Paredes de Trombe

A parede de trombe é uma solução construtiva que aproveita o princípio descrito no ponto anterior para transformar ganhos solares directos em calor para aquecimento dos espaços interiores. Consiste numa parede com massa elevada pintada com uma cor escura do lado exterior e revestida por vidro, ficando uma caixa-de-ar de média dimensão entre a parede e o revestimento. Esta parede deve ser exposta a Sul e o revestimento constituído por uma dupla camada de vidro de forma a reduzir a perda do calor acumulado para o exterior. O calor acumulado pela parede durante o dia é transferido da face exterior para a interior, irradiando de seguida para o espaço habitável⁸ (Figura 2.28). Esta solução pode ser complementada por canais abertos nas partes superior e inferior da parede, de forma a facilitar as trocas por convecção [65].

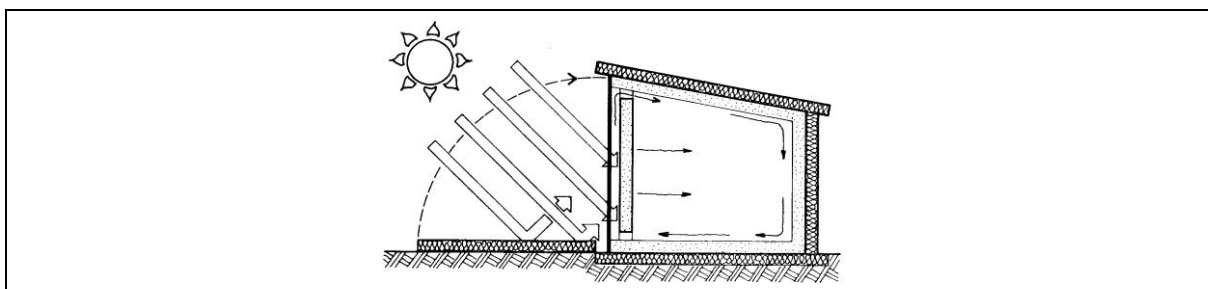


Figura 2.28 - Parede de Trombe [64]

Estufas

O princípio das estufas é em tudo semelhante ao das paredes de trombe. No entanto, no presente caso os elementos acumuladores de calor podem ser os pavimentos, contentores de água⁹ ou elementos de massa contíguos à estufa [65]. A incidência da luz solar nos vãos envidraçados aquece directa ou indirectamente o espaço interior da estufa, o que leva a um aumento da temperatura dos pavimentos e paredes. Posteriormente, estes elementos irradiam o calor absorvido para as divisões contíguas (Figura 2.29).

⁸ “Segundo o Professor Nick Baker, o desfasamento de transferência de calor por uma Parede de Trombe é de cerca de 18min por cada 10mm de espessura. Numa parede de 200mm de betão, a parede retarda a irradiação do calor armazenado em 6 horas ($18 \times 20 = 360 \text{min} = 6\text{h}$). Com o início da absorção da radiação solar no Inverno por volta das 12h (11h solares), a parede começará a irradiar calor para o espaço interior por volta das 18h (fim de tarde, início de noite).” [85]

⁹ Nas soluções em que se utiliza a água como elemento transmissor térmico, a superfície envidraçada necessária para aquecimento é menor do que recorrendo a uma parede maciça. [65]

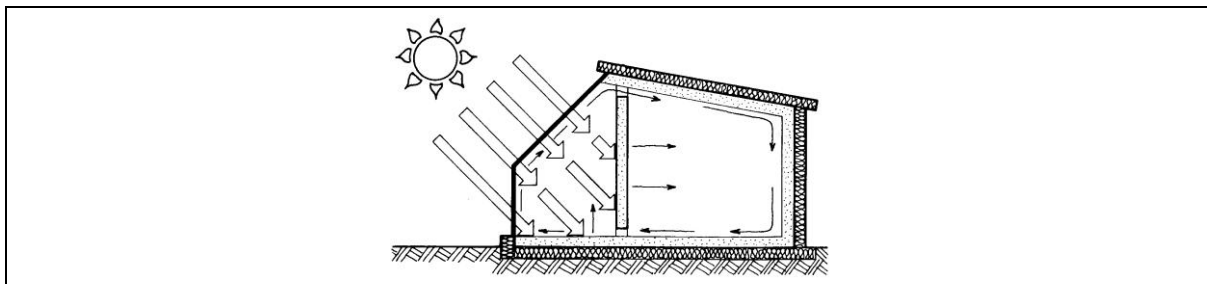


Figura 2.29 – Estufa [64]

Dispositivos de arrefecimento através do solo

Estes dispositivos constituem sistemas de arrefecimento indirecto. Baseado no princípio de que no Verão a temperatura do solo é inferior à temperatura ambiente, estes sistemas aproveitam essa qualidade do terreno para amenizar o ambiente interior do edifício através da introdução de ar exterior dentro dos compartimentos, utilizando uma rede de condutas horizontais enterradas [65]. Essas condutas encontram-se frias devido ao contacto com o solo, arrefecendo as massas de ar que as atravessam.

ii. Ventilação

As estratégias de ventilação têm como finalidade a melhoria da qualidade do ar interior e são: a ventilação natural (directa) e a fachada dupla (indirecta).

Ventilação natural

A ventilação natural pode ocorrer por acção do vento, por gradiente de temperatura (o chamado efeito de chaminé) ou por efeito combinado. O primeiro caso ocorre quando o vento passa por um edifício, gerando pressões positivas na sua fachada principal e pressões negativas na fachada tardoz. A renovação do ar interior pode-se efectuar por aberturas em uma fachada ou em duas fachadas opostas (ventilação cruzada) (Figura 2.30). O efeito de chaminé ocorre quando se regista uma diferença de temperatura entre o interior e o exterior dos edifícios que provoca variações de densidade do ar, originando um gradiente de pressões. O efeito combinado representa a maioria dos casos das aplicações correntes e consiste na conjugação dos dois tipos de ventilação descritos atrás (Figura 2.31).

Nos edifícios em que não é possível executar a renovação do ar através de aberturas na fachada devido à sua forma ou dimensões, recorre-se a chaminés de extracção de ar para ventilação ascendente. Através da característica física do ar quente subir e da adopção de elementos perfurados no topo dessas colunas que criam pressões negativas, o ar quente interior é sugado para o exterior. Quando

complementados por ventoinhas mecânicas, cujo consumo energético é muito inferior à economia que permitem, estes sistemas são considerados sistemas de ventilação activa [65].

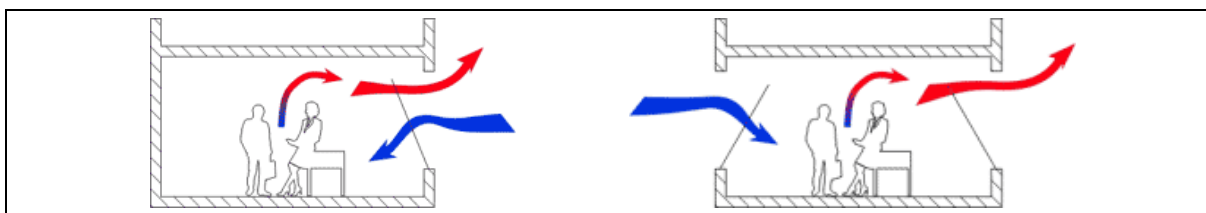


Figura 2.30 - Ventilação por acção do vento: através de uma abertura; ventilação cruzada [67]

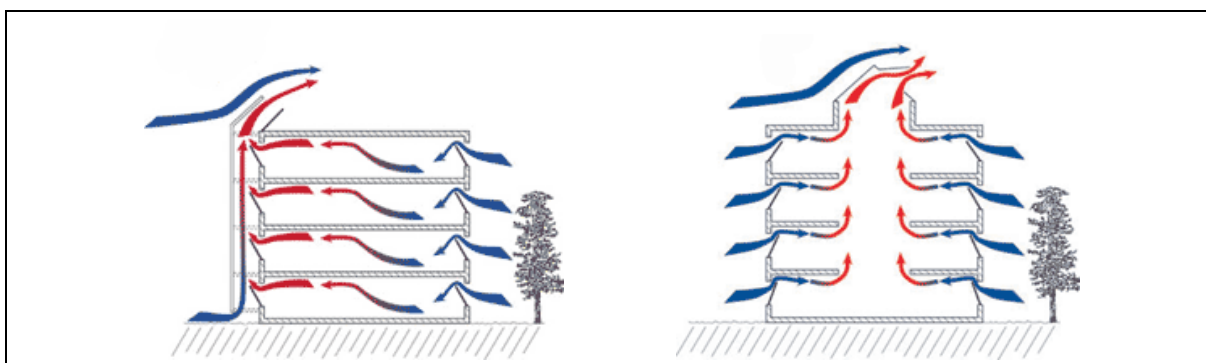


Figura 2.31 - Ventilação por efeito combinado [67]

Fachada dupla

A fachada dupla é constituída por duas superfícies, geralmente em vidro, separadas por uma caixa-de-ar [62] de dimensão suficiente que permita a circulação de quantidades consideráveis de ar. A zona de circulação de ar pode ser habitável ou não.

No caso da fachada dupla não habitável, as superfícies envidraçadas servem para canalizar o ar fresco captado à altura do solo ao longo da fachada do edifício, funcionando como isolamento térmico e sonoro das paredes exteriores bem como sistema de ventilação passivo (Figura 2.32) [73]. Este sistema é pouco utilizado em edifícios de habitação pois a superfície envidraçada cria uma barreira entre o interior e o exterior da habitação, criando uma sensação de enclausura nas pessoas que usufruem do espaço pois perde-se o contacto com o ambiente em redor.

A fachada dupla habitável consiste na colocação de um pano de vidro numa zona de circulação do edifício separando-a do ambiente exterior. Ao abrir algumas secções desse envidraçado, permite-se a circulação de ar fresco nesse espaço. Esta solução encontra-se normalmente associada a uma fonte de arrefecimento (por exemplo um lago no exterior).

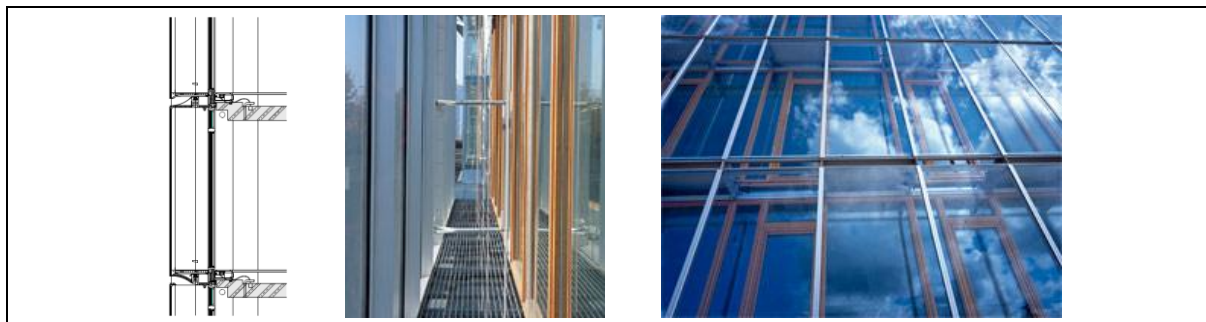


Figura 2.32 - Sistema de fachada dupla [83]

iii. Iluminação

Ao melhorar a incidência de iluminação natural nos espaços interiores consegue-se diminuir os gastos energéticos correspondentes aos sistemas de luz artificial [6]. Estima-se que cerca de 25% do consumo energético de edifícios pertença aos sistemas de iluminação, [58] daí a importância da aplicação de estratégias que melhor aproveitem a luz natural como a utilização directa da luz diurna (directa) e os dispositivos de utilização indirecta da iluminação natural (indirecta).

Utilização da luz diurna

A eficiência da iluminação natural resulta do estudo dos diagramas solares, da análise da obstrução solar bem como da dimensão, localização e características dos envidraçados (Figura 2.33).

O uso optimizado da luz diurna nos edifícios proporciona uma redução das necessidades energéticas relacionadas com o conforto visual dos ocupantes na medida em que diminui – e, em casos extremos, elimina – a necessidade de aparelhos de iluminação artificial durante o dia, o que resulta, por outro lado, numa redução dos ganhos térmicos indesejados resultantes do calor libertado pelas lâmpadas no interior dos compartimentos [8][65].

A reabilitação de edifícios permite melhorar as condições de iluminação natural, pois conhecendo o acesso solar, podem-se efectuar escolhas melhores do que as tomadas na fase de projecto, nomeadamente ao nível do tamanho e localização dos vãos¹⁰, tipo de caixilharia e de vidro, do que as tomadas na fase de projecto (Figura 2.34) [65].

¹⁰ Janelas colocadas numa posição mais alta proporcionam melhor iluminação do que quando mais baixas pois permitem uma melhor penetração da luz no compartimento. [65]

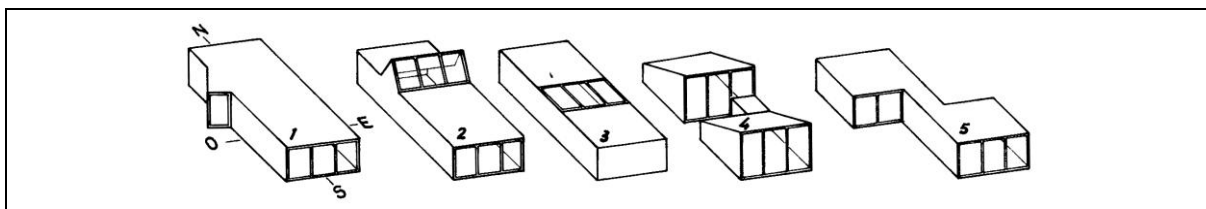


Figura 2.33 - Orientação dos envidraçados: 1) a janela de Oeste protegida dos ventos Norte permite ganhos solares no Inverno até ao pôr-do-sol e impede a radiação excessiva no Verão a partir do meio da tarde; 2) a janela orientada ao Sol de Inverno permite ganhos solares nas zonas frias interiores 3) janelas zenitais para zonas frias com grandes percentagens de radiação difusa 4 e 5) área envidraçada virada a Sul duplicada por escalonamento dos compartimentos [64]

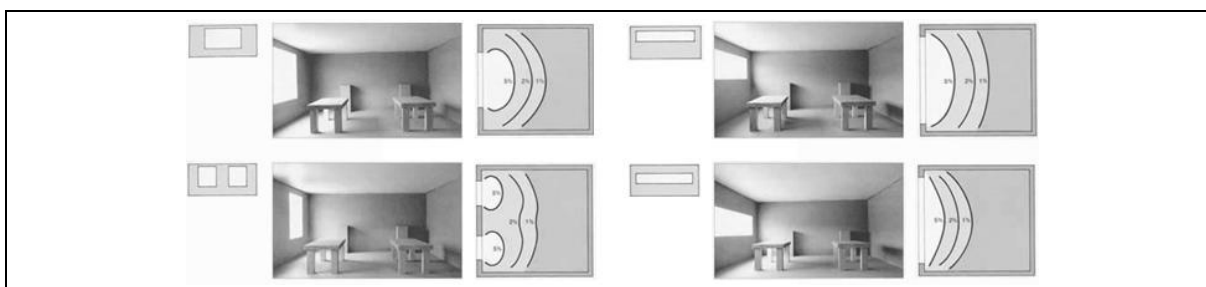


Figura 2.34 - Efeitos de geometria e posição dos envidraçados na iluminação de compartimentos [70]

Dispositivos de utilização indirecta de luz natural

A iluminação pode ser obtida através da abertura de vãos ou recorrendo a elementos construtivos que redireccionem a luz para o interior dos compartimentos do edifício. Estes dispositivos podem ser palas ou outros elementos reflectores ou luminoductos e servem especialmente em situações em que o edifício se encontra obstruído por outros elementos, quando os compartimentos são demasiado profundos ou quando a quantidade de luz incidente necessita de ser controlada [65].

As palas reflectoras difundem a radiação solar directa ao longo do compartimento, reduzindo a necessidade de iluminação artificial. Estes dispositivos têm uma segunda funcionalidade ao servirem de elementos de sombreamento da fachada, prevenindo os ganhos solares directos excessivos [65].

Os luminoductos são torres de iluminação, que também servem para ventilação, que conduzem a luz para zonas do edifício que não têm contacto com o exterior. Ao diminuir a necessidade de iluminação artificial os consumos de energia e os ganhos indesejados de calor criados pelas lâmpadas seguem a mesma tendência.

2.4.4.2. Sistemas Activos

i. Energia Solar

Os sistemas de energia solar activa utilizam-se para aquecer água e para gerar electricidade através de dispositivos térmicos e de conversão [59]. No primeiro grupo, encontram-se os painéis solares

térmicos de aquecimento de águas e, no segundo, os painéis solares fotovoltaicos para conversão da energia solar em eléctrica (Figura 2.35).

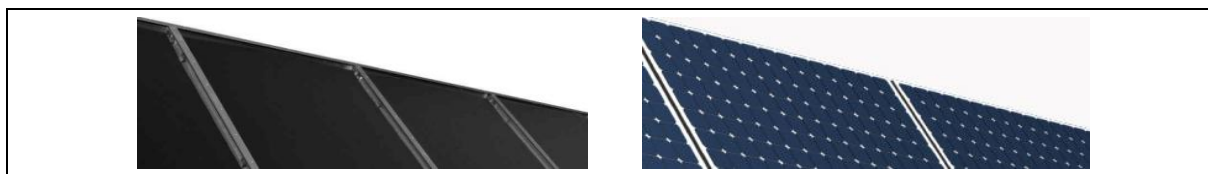


Figura 2.35 - Painéis solares: térmicos; fotovoltaicos [46][48]

Painéis solares térmicos

Estes sistemas aproveitam a energia solar térmica, sem a transformar em electricidade, para aquecer a água e são constituídos por um ou mais painéis solares que captam a radiação e a transformam em energia térmica; um termoacumulador solar, que é um depósito onde se armazena a água até esta estar à temperatura correcta para o consumo; um circuito hidráulico constituído por bombas hidráulicas, tubagens e válvulas; uma unidade de controlo que assegura o funcionamento do sistema; e o sistema auxiliar que entra em funcionamento quando a radiação solar não é suficiente para aquecer a água à temperatura desejada e que pode ser, por exemplo, um esquentador ou uma caldeira.

A radiação incidente sobre o painel penetra no seu interior, aquecendo o fluido térmico existente nas tubagens do sistema de circulação. Quando esse fluido quente passa através de serpentinas ao longo do depósito que contém a água fria, o calor é transferido para a água, aquecendo-a.

Existem actualmente dois tipos de sistemas solares térmicos definidos pelos seus circuitos de circulação: os sistemas de circulação forçada e os de termossifão. Os primeiros utilizam uma bomba mecânica para fazer circular o fluido térmico entre o colector e o termoacumulador, enquanto que os sistemas de termossifão se baseiam no fenómeno físico associado à densidade da água: uma massa de água fria é mais pesada do que uma massa de água quente e, por isso, tenderá a ocupar o seu espaço no fundo do depósito, criando uma corrente circulatória. Neste caso, o depósito tem de ser colocado acima do painel para que o princípio termodinâmico funcione [50].

Tabela 2.15 - Vantagens e desvantagens dos sistemas solares térmicos [59][65]

Vantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização não poluente • Equipamento com baixo impacto ambiental • Tanto pode ser utilizado para aquecimento de água como de espaços • Não implica a ocupação extra do solo • Fonte de energia inesgotável e amplamente disponível 	
Desvantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Produção depende das condições climáticas • Não há produção à noite • Rendimento dos painéis ainda é baixo • Perdas de calor ao longo das redes de distribuição • Necessidade de sistemas de controlo complexos • Nos sistemas de termossifão, o depósito limita a integração na arquitectura 	



Figura 2.36 - Sistemas de circulação de painéis solares térmicos: circulação forçada; termossifão [50]

Painéis solares fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos constituem um sistema activo de conversão de energia solar em eléctrica, sendo a tecnologia de aproveitamento de energias renováveis actualmente mais utilizada em edifícios.

Estes painéis podem ser constituídos por três tipos de células, todas à base de silício e com diferentes eficiências (Figura 2.37):

- Células de silício monocristalino que apresentam os mais altos valores de eficiência (entre 13% e 18%) mas que em contrapartida, têm um processo de fabrico caro, extremamente complexo e que consome grandes quantidades de energia. O desempenho destas células decresce com o aumento da temperatura, sendo necessária a adopção de métodos de ventilação para arrefecer a superfície do painel [65];
- Células de silício policristalino, com eficiência de 10% a 15%, que são constituídas por pequenos grãos de silício monocristalino que lhe conferem um aspecto granulado brilhante e têm uma maior resistência à degradação. A sua produção requer menores quantidades de energia que nas células de silício monocristalino [65];
- Células de silício amorfo são as que apresentam menor eficiência (entre 7 e 10%) e menor custo de produção. Estas células são muito finas, o que permite que sejam aplicadas sobre envidraçados ou outras superfícies, aumentando as soluções possíveis [65].

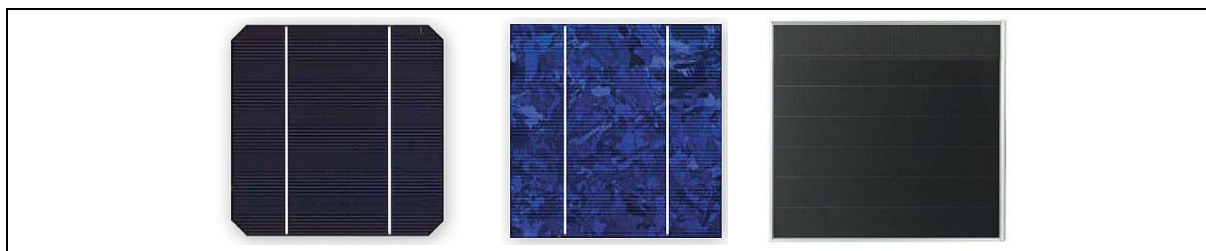


Figura 2.37 - Células fotovoltaicas: monocristalina; policristalina; de silício amorfo [77]

Tabela 2.16 - Vantagens e desvantagens dos sistemas solares fotovoltaicos [59][65]

Vantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização não poluente • São compactos e de fácil manutenção • Permitem a integração na arquitectura • Podem ser incorporadas em diferentes superfícies • Não implica a ocupação extra do solo • Fonte de energia inesgotável e amplamente disponível • Preço da tecnologia cada vez mais baixo • Rendimento dos painéis a aumentar com o desenvolvimento da tecnologia 	
Desvantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Produção depende das condições climáticas • Não há produção à noite • Rendimento dos painéis ainda é baixo • O armazenamento do excedente ainda não é uma solução obrigando a sua descarga para a rede 	

ii. Energia Eólica

Há muito tempo que a energia eólica é aproveitada como força motora para bombear água através dos moinhos de vento. No entanto, é como fonte renovável para produção de energia eléctrica que a sua exploração pode ser relevante em zonas habitacionais.

Os aerogeradores são formados por uma torre e uma gôndola, onde se encontra o “rotor” que é constituído pelas pás e por um eixo, unidos através de um rolamento. As pás captam o vento e transmitem a sua potência ao rolamento que se encontra ligado a um multiplicador destinado a aumentar a velocidade do eixo. Do multiplicador, a energia mecânica é transmitida a um gerador eléctrico que a transforma em energia eléctrica para posterior injeção na rede eléctrica. Os aerogeradores apresentam ainda sistemas de medição na parte posterior: um anemómetro para medir a velocidade do vento, uma veleta para conhecer a sua direcção e um pára-raios (Figura 2.38) [10].

A exploração desta energia pode ser efectuada em parques eólicos ou a partir de tecnologias integradas nos próprios edifícios, sendo este último o mais relevante no meio urbano.

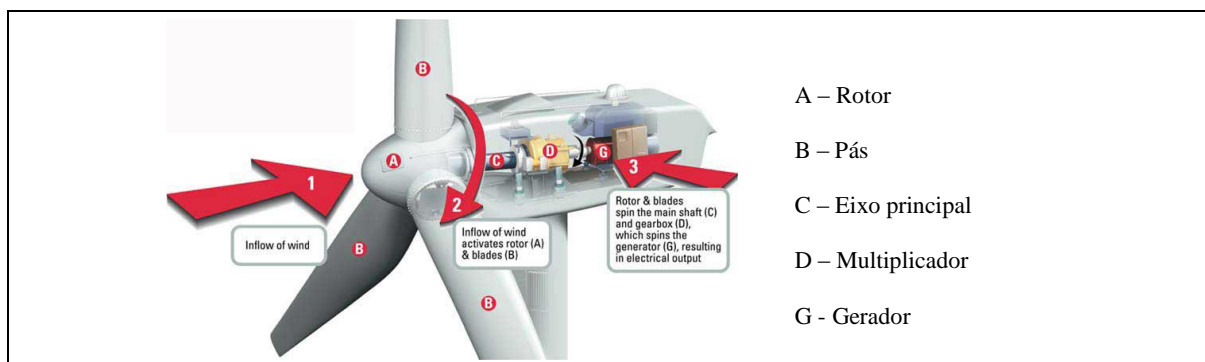


Figura 2.38 - Componentes de um aerogerador [89]

Tabela 2.17 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia eólica [59][65]

Vantagens
<ul style="list-style-type: none"> Baixo custo de instalação Possibilidade de instalação na terra ou no mar Fonte de energia inesgotável Rendimento dos aerogeradores tem aumentado consideravelmente com o tempo
Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> Depende da descontinuidade do vento Ruído provocado pelos aerogeradores Impacte na avifauna Impacte visual e ocupação do solo

iii. Energia Hídrica

Tal como a energia eólica, a energia hídrica há muito que é utilizada como força motora. No entanto, é como fonte renovável para a criação de electricidade que pode apresentar um maior contributo para a sustentabilidade ambiental.

A água é retida num reservatório sendo posteriormente forçada a passar através de condutas, onde existe uma turbina constituída por um veio transmissor e por pás. A passagem da água movimenta as pás, gerando energia mecânica que é transformada em energia eléctrica por um gerador (Figura 2.39) [65]. Estes sistemas podem ser grandes estações hídricas, como por exemplo as barragens, ou mini-hídricas que, tal como o nome indica, é um sistema de dimensões inferiores. Cerca de 30% da electricidade consumida em Portugal tem origem hídrica.

Actualmente há também novas tecnologias que procuram explorar a energia das ondas e das marés. Tendo em conta que cerca de 70% do planeta está coberto de água, é fácil perceber porque é que este meio é uma fonte de energia com um grande potencial a ser explorado.

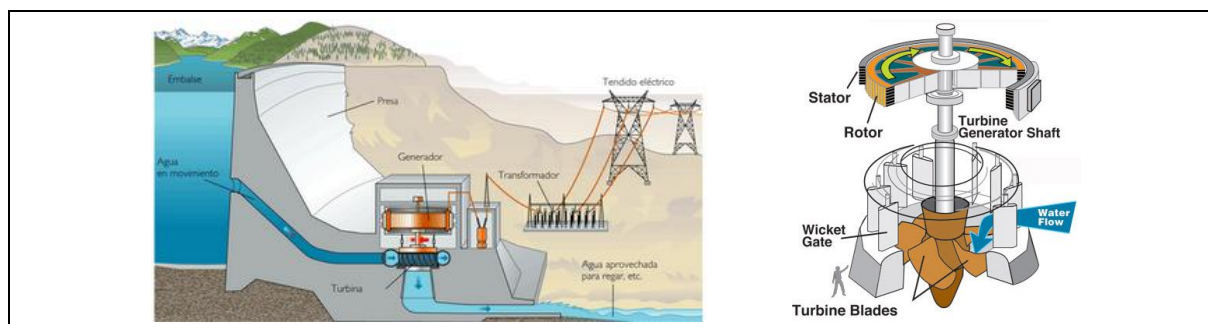


Figura 2.39 - Corte transversal de uma barragem; esquema de uma turbina de uma central hidroeléctrica [40]

Tabela 2.18 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia hídrica [59][65]

Vantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Disponível em grande escala • Capaz de gerar ecossistemas próprios
Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição menos uniforme que outras fontes renováveis • Impactes nos ecossistemas e na paisagem • Barragens alteram os processos de erosão ao longo dos rios

iv. Energia Geotérmica

A energia geotérmica aproveita o calor da Terra para aquecer espaços, águas sanitárias e piscinas, através de bombas de calor¹¹. Estes aparelhos retiram o calor existente no ambiente e transmitem essa energia para um sistema de aquecimento através de um circuito fechado semelhante ao dos frigoríficos (Figura 2.40). Modificando o nível de pressão no circuito altera-se o estado do gás de líquido para vapor e vice-versa, ocorrendo captação ou libertação de energia térmica [35]. É através destes movimentos de calor, que se procede ao aquecimento dos espaços. Actualmente, com o aparecimento das bombas de calor geotérmicas reversíveis, estes sistemas também permitem o arrefecimento de compartimentos. Esta fonte renovável pode também ser aproveitada para gerar energia eléctrica, através de sistemas de turbinas movidas a vapor, cujos princípios de funcionamento são semelhantes aos das centrais hídricas. Neste caso, é necessário realizar perfurações muito profundas para aproveitamento da energia térmica existente no interior do planeta.

¹¹ A quantidade de energia sob a forma térmica contida no interior do planeta representa uma potência 10.000 vezes superior à da energia consumida por ano no mundo. [36]



Figura 2.40 - Tipos de captação de energia geotérmica: captação horizontal; captação vertical; captação em lençol freático [34]

Tabela 2.19 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de conversão de energia geotérmica [59][65]

Vantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Energia ilimitada • Fonte de aquecimento e arrefecimento disponível sem custos de utilização • Fonte de energia constante
Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Integração em edifícios muito difícil • Necessidade de perfurações muito profundas

v. Energia da Biomassa

A energia da biomassa resulta do aproveitamento em edifícios de resíduos naturais e resíduos resultantes da actividade humana como fonte de calor e de energia eléctrica (Figura 2.41). Existem três tipos de fonte de energia natural: a biomassa sólida resultante dos resíduos da agricultura, da pecuária, da floresta ou da indústria da madeira; os biocombustíveis gasosos, como o biogás constituído por 60% de metano e 40% de CO₂, proveniente do sector agropecuário, da indústria agroalimentar, das ETAR e dos RSU; por último, os biocombustíveis líquidos, como o etanol, o biodiesel e o metanol proveniente do gás natural [33]. A tecnologia do biogás, que resulta da fermentação de resíduos domésticos e industriais, é particularmente positiva pois reutiliza o metano para gerar electricidade ou calor, impedindo-o de ser lançado na atmosfera, onde é um dos gases responsáveis pelo efeito de estufa. Os biocombustíveis líquidos são relevantes como fontes de energia pois representam alternativas aos combustíveis fósseis como o petróleo. A principal vantagem dos biocombustíveis reside no facto de poderem ser facilmente armazenados, ao contrário das restantes fontes de energia renovável.



Figura 2.41 - Biomassa sólida: resíduos da indústria da madeira e peletes [12]

Tabela 2.20 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de aproveitamento de energia da biomassa [59][65]

Vantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Biocombustíveis podem ser facilmente armazenados • Permitem o reaproveitamento de resíduos • Fontes são praticamente inesgotáveis 	
Desvantagens	
<ul style="list-style-type: none"> • Queima produz dióxido de carbono e outros gases, embora em quantidade semelhante à que ocorreria na decomposição natural 	

2.4.5. Gestão do consumo de água

Dos cerca de 70% de área do planeta que se encontram ocupados por água, 97,5% correspondem a água salgada e apenas 2,5% dizem respeito a água doce. Desses 2,5%, cerca de 68,9% correspondem a calotes polares, 30,8% a lençóis freáticos e apenas 0,3% dizem respeito a lagos e rios, as principais fontes de recolha de água potável do Homem [87].

O aumento considerável da população verificado em meados do século XX, aliado à falta de gestão, consumo excessivo e desperdício deste escasso recurso, levou a que o consumo mundial de água crescesse exponencialmente tendo mesmo triplicado desde a década de 1980. A indústria da construção é dos sectores com mais responsabilidade nesta tendência. Todos os materiais de construção têm um elevado consumo de água associado desde a sua extracção até ao final do seu ciclo de vida, aquando da demolição. A Tabela 2.21 apresenta alguns exemplos trabalhados por Bjørn Berge com vista à quantificação da incorporação de água no processo de produção de diferentes materiais de construção.

Tabela 2.21 - Quantidade de água necessária na produção de vários materiais de construção correntes [11]

Material	Uso de água (l/kg)	Material	Uso de água (l/kg)
• Alumínio 50% reciclado	29000	• Vidro	680
• Aço	3400	• Lã mineral	1360
• Chumbo	1900	• Telha de argila	640
• Cobre	15900	• Tijolo de argila	520
• Betão	170	• Azulejo cerâmico	400
• Argamassa de cimento	170	• Madeira sem tratamento	330
• Blocos de betão autocl.	300	• Placa de fibra de madeira	350
• Blocos de betão leve	190	• Cortiça	24
• Placas de gesso	240	• Linóleo	140

Apesar de a maior parte do consumo de água ocorrer ao longo do período de utilização do edifício devido aos hábitos dos ocupantes, também na fase de projecto se devem tomar certas opções com o objectivo de o reduzir. Uma gestão racional do consumo de água pode ser feita através da escolha de materiais e soluções construtivas que necessitem de pouca quantidade deste recurso, da adopção de torneiras e chuveiros de baixo caudal, da colocação de redutores de caudal e da escolha de aparelhos sanitários mais eficientes com sistemas de descarga diferenciada¹².

¹² Um autoclismo de dupla descarga de 3 e 6 litros em detrimento dos vulgares de 9 litros de capacidade, permite poupar cerca de 28 mil litros de água por pessoa anualmente. [11]

Sistemas de aproveitamento de águas residuais

Outra solução que tem sido adoptada de modo gradual é o reaproveitamento das águas pluviais e das águas residuais domésticas para fins extra-consumo humano.

Os sistemas de aproveitamento das águas pluviais permitem captar a água das chuvas a partir das coberturas, filtrando-a e armazenando-a posteriormente em reservatórios para que possa ser utilizada para fins não potáveis como em descargas de sanitas, máquinas de lavar, sistemas de rega ou para lavagens de terraços e garagens [8]. Estes sistemas são constituídos por um filtro, um tanque acumulador e uma bomba de circulação. Nas indústrias, estas águas podem servir ainda para arrefecimento das máquinas ou como reserva em caso de incêndio [65].

Os sistemas de aproveitamento de águas residuais domésticas que recolhem as águas cinzentas, provenientes das banheiras, lavatórios e máquinas de lavar, requerem mais cuidado antes da sua reutilização. Neste caso, a água é filtrada através de depuradoras e pode ser reutilizada em descargas de autoclismos, sistemas de rega ou para lavagem de espaços [65].

2.4.6. Materiais e produtos

Para potenciar a componente ecológica de uma construção também a escolha dos materiais deve responder a uma série de estratégias que procurem melhorar a eficiência energética e diminuir o seu efeito no meio ambiente. Assim, materiais ecológicos são aqueles que minimizam o uso de recursos, que não trazem riscos à saúde humana e que contribuem para as estratégias sustentáveis [65].

A sustentabilidade da construção ao nível dos materiais pode ser conseguida de várias formas: recorrendo a materiais cuja produção e aplicação em obra não consumam grandes quantidades de energia e recursos e, sempre que possível, pré-fabricados pois a produção em ambientes controlados minimiza os desperdícios e garante melhorias ao nível da eficiência energética dos processos de produção; optando por materiais que apresentem grande durabilidade e que possam ser reutilizados ou reciclados; dando preferência a produtos locais diminuindo o impacto do transporte; aumentando a percentagem de materiais naturais e reciclados na construção e diminuindo o recurso a produtos com constituintes que prejudiquem o meio ambiente.

Na Tabela 2.22 encontram-se os valores de energia primária consumida na produção de alguns materiais de construção correntes. Energia primária consumida representa o somatório da energia consumida durante a extracção das matérias-primas, no seu transporte para as unidades de processamento e no seu processamento.

Tabela 2.22 - Energia primária consumida na produção de alguns materiais de construção correntes [11]

Material	PEC (MJ/kg)	Material	PEC (MJ/kg)
• Alumínio 50% reciclado	184	• Vidro	8
• Aço	25	• Lã mineral	16-18
• Aço 100% reciclado	10	• Telha de argila	3
• Ferro Fundido	13	• Tijolo de argila	3
• Chumbo	22	• Azulejo cerâmico	8
• Cobre	70	• Madeira Lamelada	4
• Betão	1	• Madeira sem tratamento	3
• Argamassa de cimento	1	• Placa de fibra de madeira	16
• Blocos de betão	4	• Cortiça	4
• Pedra estrutural	0,1	• Linóleo	1
• Placas de gesso	5	• Policloreto de vinilo (PVC)	84
• XPS / EPS	75	• Polipropileno (PP)	71

Analisando a Tabela 2.22, é importante assinalar a diferença de valores entre materiais naturais e artificiais, especialmente ao nível dos isolamentos: por exemplo, o poliestireno consome 75 MJ/kg enquanto os produtos naturais como a lã mineral e a cortiça necessitam apenas de cerca de 17 e 4 MJ/kg, respectivamente. Também a comparação entre materiais reciclados e não reciclados pode ser interessante: repare-se que a produção do aço consome 25 MJ/kg enquanto a sua reciclagem necessita apenas de 10 MJ/kg.

Estes valores ajudam a explicar a tendência crescente actual do recurso a materiais naturais em detrimento dos artificiais, pois para além de permitirem diminuir o consumo de energia ao nível da sua produção, também são produtos que ajudam a garantir a salubridade no interior dos edifícios. Nas últimas décadas, o desenvolvimento dos processos e soluções construtivas melhoraram o baixo rendimento que estes produtos naturais apresentavam, tornando-os mais competitivos e mais adaptados aos objectivos da construção ecológica. Já o recurso a materiais reciclados, apesar das vantagens inerentes, ainda não está significativamente implementado no sector da construção devido ao seu preço elevado.

Outra situação que merece ser destacada é a utilização do betão. O betão, apesar de apresentar um baixo valor de energia primária consumida – cerca de 1 MJ/kg –, é dos materiais com maiores impactes sobre o ambiente uma vez que consome grandes quantidades de areia e agregados, recursos naturais directamente ligados ao equilíbrio ecológico de alguns ecossistemas. Também a produção do cimento Portland, ligante hidráulico mais utilizado na execução do betão, decorre de processos prejudiciais ao ambiente: o clínquer é obtido através da combustão de calcários e margas em fornos de grandes dimensões que atingem os 1400 °C, provocando a libertação de grandes quantidades de CO₂ para a atmosfera e o consumo de enormes porções de energia. Para além disso, os produtos cimentícios, como o betão e as argamassas constituem cerca de 50% dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Cerca de 90% desses materiais podem ser reciclados e reaproveitados. No entanto, verifica-se que apenas 5% de material seguem este fim, um valor consideravelmente baixo [65].

Face a este conjunto de factores e sabendo que o betão é o principal material da construção moderna (cerca de 98% da construção actual recorre à estrutura em pórtico de betão armado), é primordial a limitação do seu uso e do aumento da percentagem de resíduos reciclados utilizados em obra. De facto, aquele material pode ser substituído na execução de estruturas por outros mais duradouros e reutilizáveis, como a madeira ou o aço reciclado, ou reaproveitado, após limpeza e trituração, como material de aterro, base de enchimento em sistemas de drenagem ou em camadas de forma, como agregado para o fabrico de novo betão ou como sub-base na construção de estradas. Outra solução passa pela substituição de parte do cimento utilizado na execução de betão novo por pozolanas – materiais naturais ou artificiais, cuja origem são cinzas vulcânicas ou cinzas volantes resultantes de processos de queima industrial, respectivamente, constituídos por cal, sílica e alumina que pode ser utilizado como ligante hidráulico [16].

Também os elementos não estruturais têm sido alvo de atenção, tanto por dizerem respeito a uma parte significativa da obra como por serem responsáveis por uma parte considerável do consumo energético e produção de desperdícios de obra. Para minimizar estas duas situações, tem-se assistido a um aumento do recurso a materiais naturais, com a mais-valia de contribuírem consideravelmente para a sustentabilidade da construção.

Para as paredes, a melhor solução com vista à sustentabilidade passa pela adopção de materiais de construção naturais e com baixo consumo de energia primário, como são os casos das paredes de terra, seja através de tecnologias de terra crua, ou cozida. No caso da terra crua destaca-se a taipa e o adobe, enquanto nos sistemas de terra cozida surgem os blocos de termo-argila.

A construção com recurso ao método da taipa é mais difícil de aplicar em obras de reabilitação devido ao seu elaborado processo de construção, onde o material é compactado no terreno, e ao facto de depender do solo local, o que inviabiliza a sua utilização nas cidades por ser necessário transportar a matéria-prima de outros pontos do país. No entanto, os restantes materiais como o adobe e a termo-argila, uma vez que vêm em forma de blocos, são de fácil transporte e a sua aplicação em obra é semelhante à alvenaria de tijolo furado, representando uma hipótese a considerar em obras de reabilitação. De salientar, também, que o processo de fabrico dos blocos de termo-argila é semelhante ao dos tijolos cerâmicos vulgares, com a particularidade de necessitar de menos energia e de aproveitar resíduos da indústria da madeira na constituição do material. Devido a esta componente mais ecológica, representam uma alternativa interessante aos tijolos cerâmicos correntes.

Note-se que o processo de fabrico dos blocos de termo-argila é semelhante ao dos tijolos vulgares, necessitando, no entanto, de menos energia. Como integram partículas de argila expandida ou de serradura de madeira natural, são também mais leves e mais ecológicos pois dispensam a produção da argila expandida e aproveitam resíduos da indústria da madeira.

Um dos elementos da construção ao qual deve ser dada maior atenção é o isolamento, tanto térmico como acústico pois actualmente os isolamentos mais utilizados na construção em Portugal têm o petróleo como matéria-prima e, por isso, têm associadas as consequências ambientais inerentes à sua

extracção e transformação. Como se pode ver na Tabela 2.22, são produtos com elevados valores de PEC e cuja produção emite elementos nocivos como o estireno e o benzeno.

Os produtos finais mais utilizados como isolantes são o EPS, o XPS e o PUR. Dos três, o que tem o impacto menos negativo é o EPS pois a sua produção exige menores quantidades de energia e por não conter clorofluorcarbonetos como CFCs ou HCFCs. Para melhorar o impacto ambiental dos isolamentos, o sector da construção começou a voltar-se para os produtos naturais à base de fibras vegetais ou minerais.

As fibras vegetais, como os aglomerados de cortiça e as fibras de coco e de celulose, e as fibras minerais, como a lã de rocha e a lã de vidro, são especialmente utilizadas para a produção de isolamentos térmicos e acústicos. Estes produtos naturais apresentam valores de condutibilidade térmica (λ) semelhantes à dos produtos sintéticos correntes como o poliestireno com a vantagem de terem valores de PEC muito inferiores e de não serem tóxicos nem libertarem substâncias químicas prejudiciais à camada de ozono.

Tabela 2.23 - Valores de condutibilidade térmica de alguns materiais de isolamento térmico [29]

Material	λ [W/(m.°C)]
• Lã Mineral	0,042
• Aglomerado de cortiça	0,045
• Poliestireno	0,037
• Espuma de poliuretano	0,040

Segundo a publicação do LNEC ITE 50, a condutibilidade térmica “representa a quantidade de calor que atravessa uma espessura unitária de um material, quando entre duas faces planas e paralelas se estabelece uma diferença unitária de temperatura” [29]. Assim, quanto menor o seu valor, menos calor o material transmite e, por isso, melhores são as suas características isolantes térmicas. Analisando a Tabela 2.23, percebe-se que a diferença de comportamento entre o produto natural e o sintético é ínfima, na ordem dos 0,008 W/m.°C.

Os isolamentos à base de cortiça e de celulose são considerados os mais ecológicos por aproveitarem matérias-primas renováveis e por a sua produção consumir pequenas quantidades de energia. A lã mineral, apesar de necessitar de mais energia no seu fabrico, apresenta também um bom desempenho ambiental por utilizar menores quantidades de material para atingir elevados níveis de isolamento.

Portugal é líder na extracção e transformação de cortiça, com cerca de 55% da produção mundial [1]. Esta matéria-prima é 100% natural e totalmente renovável, de produção local, o que diminui os custos e emissões do transporte e ao nível do comportamento isolante nada fica a dever aos produtos sintéticos equivalentes. Estas características fazem do aglomerado de cortiça uma solução muito boa ao nível da ecologia cuja utilização deve ser fomentada.

Tabela 2.24 - Factor ecológico dos materiais utilizados para isolamento [9]

Produto	Factor ecológico
• Fibras vegetais (aglomerado de cortiça, fibras de coco e celulose)	+
• Fibras minerais (lã de rocha e lã de vidro)	++
• Poliestireno moldado (EPS)	+++
• Poliestireno extrudido (XPS)	++++
• Espuma de poliuretano (PUR)	+++++

Legenda: + – mais ecológico; +++++ – menos ecológico

Os materiais de acabamento devem apresentar baixo valor de PEC e elevada resistência e durabilidade e devem responder às exigências da qualidade do ambiente interior.

Os produtos que têm como matéria-prima a madeira são os mais utilizados como acabamento em Portugal e, por isso, requerem um cuidado especial na sua selecção. Cada material apresenta diferentes pesos ecológicos dependendo do local da sua extracção, do tipo de madeira que o constitui, entre outros. A escolha do projectista deve recair sobre madeiras provenientes de florestas sustentáveis criadas e geridas especificamente para a extracção de madeira. Sempre que possível, é preferível escolher madeiras no seu estado natural em vez de aglomerados de madeira onde se utiliza o formaldeído como material aglutinante e conservante. [62]

Outras escolhas ecológicas são a reutilização de materiais provenientes da desconstrução de outros edifícios, especialmente ao nível dos pavimentos pois garante a poupança de matéria-prima e a redução de resíduos, [9] ou o aproveitamento dos excedentes das indústrias de extracção, especialmente nas pedreiras cujos métodos de extracção geram muitos detritos que facilmente podem ser reutilizados.

Na realidade, no que diz respeito a sustentabilidade, a reutilização é o melhor caminho a seguir. Para isso, ainda em fase de projecto, devem-se criar soluções que permitam a desconstrução e o reaproveitamento dos componentes. Assim, este conceito não se deve aplicar apenas aos materiais de acabamento, mas a todo o edifício.

As tintas constituem outro tipo de revestimento com um peso importante no sector da construção e são formadas por pigmento e carga, aditivos e veículo. De forma a melhorar a qualidade do ambiente interior deve-se preferir tintas de água com base de látex e sem chumbo, em vez de tintas de óleo com diluentes tóxicos como o benzeno, xileno e tolueno. Muitos aditivos são efectuados com recurso a produtos prejudiciais à saúde como os hidrocarbonetos. Assim, também a escolha das tintas a adoptar deve passar por uma selecção criteriosa na fase de projecto de forma a que a sua aplicação seja pouco prejudicial para a salubridade do ambiente interior e exterior. [9]

2.4.7. Considerações finais

Dominando o conceito de sustentabilidade na construção, os seus objectivos e o meio de os alcançar, consegue-se extrapolar esse processo para projectos de reabilitação e reaproveitamento de edifícios. Sendo o sector da construção responsável por grande parte das emissões de gases nocivos, da extracção e do consumo de recursos naturais e por representar a maior parte da produção de resíduos em todo o mundo, é fácil deduzir que um dos passos essenciais para a sustentabilidade do ambiente construído passa pela diminuição destas parcelas e do seu impacte no ambiente. Um dos veículos para atingir esse objectivo e que ganha cada vez mais peso no sector da construção é o do reaproveitamento e reabilitação de edifícios antigos obsoletos, conferindo-lhes novos usos.

3. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA ALTERAÇÃO DE USO NOS EDIFÍCIOS

3.1. Enquadramento

Como demonstrado no ponto 2.2, o parque edificado é caracterizado pela existência de várias tipologias que foram evoluindo com o constante desenvolvimento tecnológico bem como as necessidades da população. Esta evolução foi influenciada, acima de tudo, pela forma como as pessoas foram vivendo o espaço. Por exemplo, enquanto não há muitos séculos as pessoas passavam a maior parte do seu tempo no exterior, actualmente cerca de 90% do tempo é passado no interior [86]. Também os parâmetros de funcionalidade tiveram de evoluir com o tempo de forma a melhorar as condições de conforto e salubridade interior dos edifícios, uma vez que cada vez mais o Homem estava confinado a espaços interiores tanto para fins profissionais como a nível particular e pessoal. Assim, tornou-se imperativo aperfeiçoar as condições de conforto interior de forma a melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Este constante desenvolvimento das condições mínimas exigidas do espaço interior levou à construção de novos e maiores edifícios capazes de as satisfazer o que resultou na inutilização dos espaços substituídos. Este movimento ajudou a aumentar a oferta de espaços desocupados criando oportunidade a um novo mercado de reabilitação com alteração de uso dos edifícios.

Com o aparecimento deste novo movimento de aproveitamento de edifícios desocupados, criou-se um novo mercado no sector da construção. Numa época em que os impactos do sector no ambiente e outras actividades do Homem sobre o planeta são relacionados com as alterações climáticas, surgiu a oportunidade para dar a conhecer a reciclagem de edifícios como uma vertente da sustentabilidade.

Criando para os trabalhos de reabilitação com alteração de uso nos edifícios um processo que procure aplicar os princípios da construção sustentável, contribui-se para a melhoria da componente ecológica do parque edificado. Este processo deverá abranger todas as fases do ciclo de vida de um edifício e servirá de guia para que se consiga melhorar a dimensão ambiental da construção.

3.3. Análise do edifício existente

Este processo inicia-se com a análise do edifício que se pretende reabilitar. O conhecimento profundo de todas as características do edifício, bem como do espaço envolvente, é imprescindível para que a sua adaptação seja bem sucedida [30]. É através desta primeira análise que se consegue determinar o estado geral do edifício e a sua flexibilidade para ser adaptado.

Numa primeira abordagem, é importante detalhar com o máximo rigor todas as características que ajudem a definir o edifício. À escala global, interessam elementos como a forma do edifício, a morfologia estrutural, a condição em que se encontra, o seu valor histórico ou arquitectónico, os acessos e a constituição da vizinhança. Do ponto de vista do edifício, importa conhecer as suas soluções construtivas, os materiais utilizados, a geometria e orientação dos espaços interiores e a utilização que foi dada a cada compartimento interior.

Para tal, deve-se executar uma inspecção que compreenda três fases: uma inspecção exterior; uma inspecção interior e, por último, uma revisão do espaço envolvente. A inspecção exterior incide sobre os principais elementos dos edifícios e no registo de quaisquer anomalias significativas. A inspecção interior, elaborada divisão a divisão, documenta os problemas decorrentes da utilização e do estado de conservação do edifício e demonstra até que ponto os problemas encontrados no exterior afectam o seu interior [30]. A revisão do espaço envolvente permite perceber a configuração da vizinhança e das zonas em redor do imóvel em estudo e as restrições consequentes.

Compilando todas as informações recolhidas sob a forma de fichas ou relatórios criteriosamente estruturados, facilita-se a consulta e interpretação das informações a todos os intervenientes do processo (promotor, equipa projectista, entidades públicas).

Na Tabela 3.1 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do projecto.

Tabela 3.1 - Análise do edifício existente

Actividades	
•	Levantamento das características da envolvente do edifício
	<ul style="list-style-type: none"> · Topografia · Climáticas: exposição solar; exposição aos ventos; pluviosidade; sombreamentos · Vizinhança: constituição
•	Levantamento das características do edifício
	<ul style="list-style-type: none"> · Valor histórico e arquitectónico · Utilização · Acessos
	<ul style="list-style-type: none"> · Morfologia: tipo de estrutura; soluções construtivas; geometria e orientação dos espaços interiores; área e orientação dos envidraçados

3.4. Detecção e avaliação de anomalias

Os problemas encontrados na fase anterior podem exigir uma observação mais detalhada de forma a determinar a sua origem. Um diagnóstico estruturado e criterioso, que recorra a ensaios *in situ*, permite aumentar a detecção de anomalias e complementar as informações aquando da sua avaliação.

Uma vez que as condições em que se encontram os diversos elementos da construção irão influenciar os tipos de trabalhos a efectuar, é necessário conhecer todas as anomalias e sua localização antes de proceder à sua reparação, caso seja recomendável, ou à sua substituição.

Mais uma vez, a criação de relatórios e fichas onde se encontrem descritas todas as situações encontradas irá simplificar a consulta e interpretação das informações recolhidas.

Na Tabela 3.2 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do projecto.

Tabela 3.2 - Detecção e análise de anomalias

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um diagnóstico detalhado de todos os elementos constituintes do edifício <ul style="list-style-type: none"> · Elaboração de ensaios, de preferência não destrutivos • Elaboração de relatório orientador do projecto

3.5. Definição do programa

Alguns edifícios são mais adequados para serem adaptados do que outros. Conforme descrito no ponto 3.3, conhecendo ao pormenor as características do edifício, sua morfologia e elementos constituintes, bem como as condições em que estes se encontram, consegue-se determinar o potencial do edifício para ser adaptado e os usos mais adequados, tendo em conta os aspectos regulamentares aplicáveis.

A escolha do novo programa depende de factores como: as características do edifício (por exemplo, tipo de estrutura e as soluções construtivas utilizadas); a flexibilidade para a alteração da organização interior; a localização do edifício e constituição da vizinhança; a viabilidade económica e funcional das obras de alteração; e mesmo a procura do mercado imobiliário. Só após uma ponderação de todos estes factores é que se consegue, em conjunto com o promotor e entidades públicas, efectuar a proposta para o uso mais adequado ao espaço.

Encontrando-se estabilizado o programa e definida a primeira abordagem ao processo construtivo, sendo conhecidas todas as implicações e variáveis ao mesmo, pode-se passar à fase de projecto, onde se começa a definir e quantificar as soluções a implementar que permitam alcançar os objectivos pretendidos ao nível do conforto interior, economia e eficiência energética.

Na Tabela 3.3 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do programa.

Tabela 3.3 – Definição de um novo programa

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Análise das características do imóvel <ul style="list-style-type: none"> · Morfologia · Flexibilidade para adaptação · Viabilidade económica e funcional das obras de alteração • Análise da envolvente do edifício • Análise da procura do mercado imobiliário • Escolha de um novo uso com base nas análises anteriores • Abordagem ao processo construtivo

3.6. Projecto de alteração

Uma das maiores condicionantes à elaboração dos projectos de reabilitação em particular quanto à adopção de novas soluções sustentáveis é, o facto de a geometria da estrutura do edifício já se encontrar definida, permitindo poucas alterações que não originem custos elevados. Assim, para melhorar a componente ecológica do edifício, para além dos já mencionados sistemas passivos e activos de energia e climatização, as opções de projecto devem recair especialmente sobre os materiais e processos construtivos a definir no projecto e que tenham impacto na futura fase de utilização e manutenção.

Todas as soluções, tanto ao nível do envelope do edifício como do interior, devem contribuir para a melhoria das condições de conforto interno, para a eficiência energética do edifício e de gestão de água, sem um aumento significativo dos custos de utilização.

Outra componente que se deve procurar melhorar é a reciclagem de materiais. Definindo ainda no projecto quais os materiais possíveis de serem reaproveitados e qual o seu destino, consegue-se melhorar a componente ecológica do processo construtivo.

Deve-se, também, definir detalhadamente os processos construtivos que vão ser utilizados de forma a diminuir o consumo excessivo de recursos, a geração de resíduos bem como o tempo de execução da obra. Criando uma espécie de ficha de verificação dos trabalhos, facilita-se a coordenação e acompanhamento do processo, permitindo melhorar a gestão dos recursos.

Na Tabela 3.4 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do projecto.

Tabela 3.4 – Projecto de alteração

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de materiais ecológicos • Maximização da quantidade de materiais reciclados • Adopção de sistemas activos e passivos para ganhos energéticos • Adopção de sistemas activos e passivos de sombreamento de forma a evitar exposição solar excessiva • Melhoria da ventilação natural para arrefecimento e renovação do ar interior • Maximização do aproveitamento da luz natural para diminuir os gastos correspondentes à iluminação dos espaços • Execução de estudos de reabilitação estrutural para avaliar a necessidade de reforço • Determinação da quantidade e qualidade dos materiais a reciclar • Escolha de processos construtivos que não gerem muitos resíduos e não consumam grandes quantidades de recursos • Definição detalhada dos processos construtivos • Calendarização eficiente da obra

3.7. Desconstrução e demolição

Na reabilitação de edifícios, recorre-se frequentemente à demolição de alguns dos seus elementos, umas vezes devido ao seu avançado estado de degradação, outras porque as novas funções exigem a sua substituição. No entanto, as suas consequências são conhecidas: criam-se resíduos, não se aproveitam recursos e consome-se energia e mão-de-obra que poderiam ser utilizadas de forma mais eficiente. Face a este cenário, o conceito de desconstrução ganhou peso no sector ao ser enquadrado na sustentabilidade da construção [22].

A desconstrução é um processo que se caracteriza pelo desmantelamento cuidado de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reutilização e reciclagem e surge como resposta à demolição indiferenciada que cresceu rapidamente nas últimas décadas e que é responsável pela criação de grandes quantidades de resíduos [22]. Este processo permite a valorização e reutilização de elementos e materiais de construção que, de outra forma, seriam tratados como resíduos sem qualquer valor e removidos para aterros ou locais de depósito por vezes não autorizados para esse fim [22].

As vantagens associadas à desconstrução tais como a reutilização e reciclagem de materiais permitem o aparecimento de um novo mercado, o de materiais usados, constituindo mais uma importante ferramenta para a sustentabilidade na construção.

Antevendo a fase de desconstrução e/ou demolição que inicia qualquer trabalho de reabilitação, seria importante definir alguns passos que diminuíssem a produção de resíduos. Uma medida importante seria adicionar ao projecto um ponto onde se encontrassem descritos os vários materiais que poderiam ser reciclados ou reaproveitados bem como formas de o fazer. Ou seja, seriam definidos os passos a seguir para efectuar a triagem de resíduos que pudessem ter um futuro diferente do depósito em aterros

como, por exemplo, a separação do aço, para ser reciclado, do betão, que poderá servir como agregado; ou a reutilização dos elementos de madeira na própria obra.

Deste modo é importante que o projecto preveja quais os elementos a desconstruir ou demolir de forma a reforçar a sua reutilização e reciclagem.

Na Tabela 3.5 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do projecto.

Tabela 3.5 – Desconstrução e demolição

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Separação e triagem dos diferentes elementos e materiais que irão ser reaproveitados • Recolha dos resíduos de demolição criados na obra que possam ser reutilizados

3.8. Reabilitação

Conforme descrito no ponto 2.4.3, a fase de construção é aquela que requer mais cuidados devido às várias tarefas a realizar, durante as quais há maior probabilidade de ocorrência de erros ou maior dificuldade de controlo dos processos construtivos. A má execução do processo construtivo implica a perda de eficiência. Ao deixar de cumprir as funções para as quais foram projectadas, as soluções podem a curto/médio prazo obrigar à sua substituição e, na pior das hipóteses, originar anomalias com as quais não se contava e que reduzirão a qualidade do edifício.

Deste modo, a monitorização e controlo de todos os passos que ocorrem ao longo da obra, bem como o seu registo, são fundamentais para a obtenção dos resultados esperados e para o controlo da produção de desperdícios decorrentes da má execução.

Um dos objectivos de qualquer obra de reabilitação, independentemente do seu uso, cliente ou localização, consiste na melhoria da funcionalidade e das condições interiores do espaço e, ainda, na diminuição do impacto que a execução dos trabalhos e a posterior utilização têm sobre o ambiente. Para tal, na escolha das soluções construtivas deve ser dada preferência à utilização de materiais ecológicos e/ou reciclados e a execução dos processos construtivos deve minimizar o impacto ambiental e o consumo energético. Tal pode ser conseguido através de uma selecção criteriosa dos fornecedores de materiais que deverão estar perto da obra de forma a diminuir os custos de transporte e as emissões daí decorrentes e, também, ser dada preferência por soluções construtivas simples, que produzam poucos resíduos, consumam poucos recursos e sejam de fácil e rápida execução.

Na Tabela 3.6 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase da reabilitação.

Tabela 3.6 – Reabilitação

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Controlo dos processos construtivos de forma a garantir que as soluções escolhidas em projecto são bem executadas • Escolha do isolamento térmico com menor impacto no ambiente (ver Tabela 2.24), de preferência colocado no exterior de forma a diminuir pontes térmicas responsáveis pela diminuição da qualidade do ambiente interior • Instalação de lâmpadas de baixo consumo • Instalação de caixilharias com corte térmico • Instalação de temporizadores, sensores ou outros sistemas similares que diminuam os gastos energéticos inerentes à utilização dos espaços • Preferência por tintas sem componentes tóxicos nocivos para a saúde • Utilização de redutores de caudal e sistemas de descarga dupla nos sanitários

3.9. Utilização e manutenção

A utilização é a fase do ciclo de vida de um edifício onde ocorre o maior consumo de energia, em grande parte devido aos equipamentos de iluminação e climatização. Sabe-se que a maioria dos edifícios existentes no nosso país possui más características térmicas que resultam em consumos energéticos elevados para arrefecimento no Verão e aquecimento no Inverno. Daí ser prioritário adoptar sistemas activos e passivos de climatização nos edifícios reabilitados que ajudem a diminuir esses consumos.

Antes de mais, é preciso compreender que em caso algum se conseguem eliminar os aparelhos de climatização, nem deve ser esse o objectivo do processo de construção sustentável, pois isso impossibilitaria cada pessoa de usufruir do espaço na sua ideia de conforto. O que se procura com este processo é a diminuição desse consumo e a criação de condições e de parâmetros que ajudem a alcançar esse objectivo, por exemplo criando um manual de utilização para aconselhamento do utilizador do edifício. A entrega aos proprietários de um manual (ver Anexo I) onde se encontrem explicados, de uma forma detalhada, vários dos procedimentos a adoptar para se conseguir uma utilização eficiente do edifício e dos seus vários aparelhos e sistemas de energia existentes de modo a contribuir para a redução dos consumos energéticos e de outros recursos como a água.

Esse manual deverá começar pela apresentação ao proprietário da descrição do edifício: tipologias; soluções construtivas; espaços em que se divide; caracterização das zonas comuns e dos sistemas de segurança adoptados (localização, modo de utilização e mapas de evacuação). De seguida, apresentar uma secção com as soluções construtivas, sistemas e equipamentos utilizados (de climatização, iluminação, entre outros) e uma outra secção com o respectivo modo de utilização do edifício, discriminação completa dos materiais utilizados e respectivas referências e fabricantes para o caso de o proprietário necessitar de proceder à sua substituição (também será positiva a criação de uma lista com os contactos desses fabricantes); apresentação das empresas responsáveis por todos os trabalhos e

seus contactos para o caso de o proprietário necessitar de estabelecer contacto com alguma das entidades para esclarecimento de dúvidas ou outros assuntos.

Neste manual poderão ser ainda incluídas informações de boas práticas para a habitação dos imóveis, como por exemplo: abertura dos vãos para ventilação; accionamento dos sistemas de protecção solar para evitar exposição excessiva ou mesmo relativamente aos programas de lavagem dos electrodomésticos adequados. Deste modo, conseguir-se-ão reduzir os consumos energéticos durante a fase de utilização dos edifícios.

Na Tabela 3.7 são apresentadas as acções a efectuar na fase de utilização.

Tabela 3.7 – Utilização

Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um manual de utilização • Escolha de aparelhos domésticos com a melhor eficiência energética, por exemplo classes A ou A+ • Adopção de boas práticas de utilização <ul style="list-style-type: none"> · Abertura dos vãos para ventilação e renovação do ar interior · Escolha de programas de lavagem nos electrodomésticos mais económicos · Accionamento dos sistemas de protecção solar de forma a evitar ganhos solares excessivos

No mesmo sentido se prevê a criação de uma lista com as acções de manutenção e respectivos intervalos de execução que devem ocorrer para manter o nível de eficiência e operacionalidade do edifício. Esta informação, compilada em manual próprio (ver Anexo II) e complementada com identificação das entidades certificadas para a sua realização com os seus contactos, facilitaria aos proprietários a manutenção preventiva do edifício.

Actualmente é do conhecimento geral que uma manutenção preventiva regular aumenta o ciclo de vida dos edifícios e mantém a sua salubridade, contribuindo para a sustentabilidade.

Na Tabela 3.8 são apresentadas as acções a efectuar para a manutenção.

Tabela 3.8 – Manutenção [6]

Actividades	
• Criação de um manual de manutenção	
• Revisão dos elevadores	5 em 5 anos
• Revisão do sistema de impermeabilização	5 em 5 anos
• Revisão do estado de pintura das paredes exteriores	2 em 2 anos
• Revisão dos aparelhos de iluminação e climatização	2 em 2 anos
• Revisão do estado das coberturas	1 em 1 ano
• Revisão e limpeza dos sistemas de drenagem de águas pluviais	1 em 1 ano
• Revisão dos sistemas de protecção solar	1 em 1 ano
• Revisão dos vedantes em envidraçados	1 em 1 ano
• Revisão e limpeza dos sistemas de ventilação	1 em 1 ano
• Limpeza de painéis e colectores solares	1 em 1 ano

3.10. Monitorização

O sucesso do processo apresentado na Figura 3.1 está directamente associado à sua eficaz monitorização ao longo de todas as suas fases. Ao monitorizar todas as acções do processo consegue-se dar uma resposta célere e adequada aos problemas que vão surgindo, evitando o seu agravamento que poderia desencadear situações de difícil resolução.

Para tal, estas acções devem ser desenvolvidas por uma equipa multidisciplinar com uma coordenação experiente e possuir um acompanhamento por parte de todas as entidades envolvidas no processo.

Na Tabela 3.9 são apresentadas as acções a efectuar nesta fase do projecto.

Tabela 3.9 – Monitorização

Actividades
<ul style="list-style-type: none">• Acompanhamento de todos os passos do processo construtivo• Registo em fichas próprias dos problemas que forem surgindo

3.11. Considerações finais

Apesar de mais limitado, o processo de reabilitação de edifícios pode trazer muitas vantagens na procura de um processo mais eficiente e ecológico. Sabendo à partida que a sua implementação irá trazer benefícios ao ambiente construído e à eficiência do sector da construção, o maior desafio prender-se-á com a mentalização das entidades responsáveis para as vantagens da sua implementação: promotor; projectista; construtor e utilizador.

Por isso, segundo Miguel Amado, a prioridade centra-se no desenvolvimento “de um sistema de avaliação conjunta do nível de conforto ambiental e de poupança energética (...) com vista à sua quantificação.” Só através desta quantificação é que se conseguem apresentar argumentos capazes de mentalizar o sector da construção e que, posteriormente, resultem em documentos legais que os sustentem [8].

4.1. Convento dos Inglesinhos

“O Colégio de São Pedro e São Paulo, vulgarmente designado por Convento dos Inglesinhos, cujo início de construção remonta ao século XVI é hoje, fundamentalmente, um conjunto de arquitectura religiosa, de linguagem (...) pombalina, dotado de uma certa unidade arquitectónica e estética.” [98]

4.1.1. Apresentação

Para ajudar a compreender as vantagens inerentes à aplicação do princípio da Construção Sustentável em processos de alteração de uso em edifícios, nomeadamente ao nível das acções descritas no capítulo anterior, analisou-se um caso de estudo. Foi escolhida a recuperação do Convento dos Inglesinhos, situado na malha urbana do Bairro Alto, por se tratar de um projecto com alguma exposição mediática, sendo por isso facilmente identificável. Este edifício está situado numa zona da capital cujo parque edificado se encontra bastante envelhecido e onde, por isso, se tem insistido bastante na reabilitação e recuperação dos edifícios.



Figura 4.1 - Vista aérea dos edifícios do Convento dos Inglesinhos [100]

No início do século XVII, D. Pedro Coutinho doou umas das suas casas, situada na colina de Santa Catarina no Bairro Alto, para a fundação e edificação de um convento e seminário que acolhia padres católicos ingleses fugitivos das perseguições à Igreja Católica que ocorreram no reinado de Henrique VIII. Surgiu, assim, o Venerável Colégio Pontifício de S. Pedro e S. Paulo.

Inicialmente, o complexo do Colégio era constituído apenas pelo edifício principal. No entanto, a falta de condições de conforto para receber os alunos levou à execução de “obras de adaptação e acrescento de divisões” [99]. A capela, marco tão importante do complexo, só foi construída uma dezena de anos mais tarde.

Ao longo dos séculos, as infra-estruturas do Colégio sofreram várias intervenções de conservação, recuperação e ampliação (especialmente após o terramoto de 1755 que deixou grandes marcas nos edifícios). O conjunto edificado actual é resultado de sucessivas intervenções, construídas em diferentes épocas, sendo constituído pelo edifício principal do convento, a capela e um edifício de habitação do século XVIII de menores dimensões.

4.1.2. Caracterização

“O edifício do Colégio é, do ponto de vista construtivo, um típico edifício antigo, com as suas estruturas de alvenaria e madeira, onde, através dos tempos e das sucessivas alterações que nele foram realizadas, nunca se assistiu à introdução dos modernos materiais e processos de construção (aço e betão) que a produção industrial do século XIX veio colocar à disposição dos construtores e que foram descaracterizando muitos edifícios.” [98]

O edifício principal apresenta uma construção maciça de grande porte, constituída por “paredes de alvenaria ordinária de boa qualidade que constituem o perímetro exterior” [99], complementadas por paredes interiores do mesmo material. Assim, o principal sistema estrutural é formado por paredes exteriores de 1,05 m de espessura e paredes interiores de 0,90 m, complementadas por paredes de frontal de estrutura de madeira e enchimento de alvenaria de tijolo, caracteristicamente pombalinas, que se estimam resultantes de obras de reconstrução após o terramoto de 1755. Os tectos do piso térreo foram erigidos com recurso a abóbadas de alvenaria, que complementam a estrutura do edifício [99].

Os pavimentos são de madeira, como habitual nos edifícios desta época, suportados por vigas de secção quadrada a descarregar em duas paredes paralelas opostas. Sobre o sistema de vigas encontram-se as tábuas de soalho que constituem o pavimento.

As coberturas são efectuadas com recurso a estruturas integralmente metálicas ou mistas de metal e madeira, onde assentam o isolamento e as telhas cerâmicas, podendo-se encontrar mansardas na zona Norte do edifício do colégio.

Este conjunto constituído pelo edifício da igreja e pelo edifício principal do antigo Colégio faz parte da identidade do bairro em que se insere e da história da cidade devido à sua longa influência. Sendo considerado, embora não oficialmente, património histórico da capital, qualquer intervenção que sofresse teria de responder a um grande número de condicionantes. A preservação da identidade arquitectónica do espaço, os enormes painéis azulejares de entre finais do século XIX e início do século XX ou os inúmeros elementos construtivos executados em pedra de lioz, característica típica da época, levaram a que a “manutenção de memórias do passado” [98] fosse não só um dos objectivos da intervenção, mas uma exigência.

4.2. Reabilitação

“A reabilitação arquitectónica deste edifício não passou por um exercício de estilo, tendo-se tomado uma atitude extrema de contenção quanto à introdução de rupturas ou grandes alterações nas linguagens estéticas e morfológicas existentes.” [98]

4.2.1. Objectivos

Com esta intervenção pretendeu-se transformar o antigo convento num empreendimento de habitação multifamiliar, constituído por 29 fogos com tipologias compreendidas entre T0 e T5. A classificação como monumento nacional e património da cidade de Lisboa conferiu a esta obra características especiais, em particular ao nível das soluções construtivas e dos materiais utilizados.

Note-se que para além da reabilitação dos edifícios existentes construiu-se um edifício de raiz frente à Rua Nova do Loureiro com 3 pisos acima do solo e 3 pisos em cave onde está localizado o estacionamento do empreendimento. Foi dada especial atenção para a homogeneização desta construção com os edifícios já existentes, nomeadamente através da escolha coerente dos acabamentos e da integração do muro do século XVIII de Carlos Mardel na sua arquitectura. De acordo com o tema deste trabalho, que se centra no processo da construção na alteração de usos, irão ser analisados apenas os trabalhos levados a cabo nos edifícios já existentes.

Segundo o arquitecto Carlos Travassos, autor deste projecto, a intervenção assentou em alguns princípios específicos com o objectivo de manter a identidade do conjunto de edifícios: procurou-se manter as memórias arquitectónicas do espaço, conciliando as infra-estruturas antigas com os novos usos; houve uma grande preocupação na integração do novo edifício no conjunto de edifícios de forma a harmonizar o espaço e evitar a criação de um impacto negativo no bairro; efectuou-se a inventariação e restauro dos elementos arquitectónicos e decorativos dos edifícios para que pudessem ser reutilizados no empreendimento [98].

Outro detalhe desta obra foi o recurso a tecnologias construtivas antigas, nomeadamente através da construção em “gaiola” e da manutenção das paredes de alvenaria resistentes, salvaguardando os valores patrimoniais, que, quando complementados com processos modernos, permitiram minimizar o recurso a betão, melhorando a compatibilidade entre os elementos originais e os novos, mantendo a identidade original dos edifícios. Aliás, esse foi um dos objectivos pretendidos pelo arquitecto Carlos Travassos como se pode ver na descrição presente no site do empreendimento: “Visando (...) um diálogo desejável entre a nova construção e a existente, estabelecemos a aplicação de um conjunto de materiais e métodos construtivos que (...) dão coerência visual e de uso ao interior e exterior do empreendimento.” [98]

A impossibilidade de montagem de um estaleiro de grandes dimensões no espaço da obra teve grande influência na escolha das soluções construtivas, sendo essa outra das razões que explicam a minoração do recurso a betão. A construção neste material requer uma logística específica e ocupa uma grande área de estaleiro. Assim, deu-se prioridade a tecnologias mais leves, recorrendo-se ao betão apenas na inexistência de outra solução [99].

4.2.2. Estado dos edifícios

Após o encerramento do colégio em 1973, os edifícios nunca mais voltaram a ser utilizados, passando de proprietário em proprietário até que, em 2001, se iniciaram os projectos de reabilitação. Assim, como seria de esperar devido às quase três décadas de abandono, foram encontrados diferentes estados de degradação no seu interior, desde elementos muito degradados, como o edifício de dois pisos, a zonas em excelente estado de conservação como o espaço do antigo refeitório (Figura 4.2) [97].



Figura 4.2 - Edifício muito degradado; refeitório em excelente estado de conservação [97]

De um modo geral, no exterior, a degradação decorre do envelhecimento natural dos materiais, sobretudo por falta de manutenção adequada e periódica como por exemplo empolamentos, fendilhação e destacamento dos rebocos, janelas partidas e mesmo inexistentes em alguns casos [99].

As coberturas encontravam-se muito degradadas, com algumas zonas já em estado de ruína, encontrando-se telhas partidas, em falta ou cobertas por vegetação e estruturas apodrecidas devido à sua exposição prolongada ao clima (Figura 4.3).



Figura 4.3 - Área de empolamento e destacamento de reboco; estado das mansardas [99]

No interior, a degradação avançada deveu-se, em especial, a problemas de infiltração de águas, sendo a sua origem muito diversificada: nas paredes do piso térreo encontraram-se problemas de humidade devido a infiltrações por capilaridade; nos pisos superiores resultou da entrada de água através das janelas ou da cobertura que se encontravam em muito mau estado. De facto, pôde-se constatar que a degradação do interior dos edifícios, em geral, aumentava à medida que se subiam os pisos [99]. Em alguns destes pisos, as infiltrações resultaram, mesmo, no apodrecimento dos tectos e pavimentos.

Um dos pormenores deste complexo que mereceu especial atenção neste projecto foram os numerosos painéis de azulejos fabricados pela Fábrica Santana datados do início do século XX (Figura 4.4). Colocados nas paredes de várias divisões do edifício do colégio, estes elementos decorativos encontravam-se em bom estado de conservação, registando-se apenas a falta de azulejos em alguns painéis que, no entanto se encontravam guardados, facilitando a recuperação dos painéis.



Figura 4.4 - Painéis existentes no edifício do colégio: painel em bom estado; painel com lacunas [97][99]

4.2.3. Soluções adoptadas

Ao nível da estrutura, a solução passou pela preservação das paredes resistentes de alvenaria mista, recorrendo-se a perfis de aço aquando da necessidade de reforçar alguma zona. As paredes interiores de frontal de madeira que se encontravam muito degradadas, foram substituídas por novos frontais. Nas coberturas, os elementos de madeira foram substituídos dando origem a uma nova estrutura mista de perfis metálicos e madeira.

Os pavimentos sofreram vários tipos diferentes de intervenção consoante o seu estado de degradação. Nas zonas mais conservadas, procedeu-se apenas à sua limpeza; em outras, substituíram-se os

vigamentos de madeira que se encontravam danificados, reciclando vigas provenientes de outros locais do edifício; por último, nas zonas em que foi necessário proceder à substituição completa do pavimento, efectuou-se uma estrutura constituída por vigas metálicas (Figura 4.5). Outra solução passou pela construção de pavimentos mistos de aço e betão nas zonas húmidas [96].



Figura 4.5 - Estrutura metálica de suporte do novo pavimento [100]

No que diz respeito ao isolamento é de salientar a preferência por um material natural, placas de fibra de coco, em detrimento dos produtos sintéticos como o poliestireno expandido ou moldado, escolhas correntes do sector da construção [96].

4.3. Sustentabilidade e eficiência

“O sucesso deste empreendimento conta com a introdução de um conjunto de práticas e medidas que dotam este projecto de elevados níveis de desempenho ambiental, social e económico.” [102]

4.3.1. Medidas

As preocupações com o ambiente e com a eficiência da obra e do empreendimento resultaram na adopção de algumas medidas ao nível da poupança de água, energia, escolha dos materiais e processos construtivos.

Reduziu-se a construção nova ao mínimo de forma a diminuir o recurso a novos materiais de construção, como por exemplo o betão armado, material pouco ecológico, conforme descrito nos capítulos anteriores. A elevada percentagem de recuperação de elementos existentes permitiu, também, diminuir a quantidade de resíduos de demolição.

Para diminuir os gastos energéticos colocaram-se sensores de iluminação automáticos e lâmpadas de baixo consumo, utilizaram-se electrodomésticos de classe de eficiência A e procurou-se otimizar a utilização de luz natural para iluminação do interior dos edifícios. Para reduzir os consumos de água na fase de utilização, colocaram-se autoclismos de descarga dupla e sistemas redutores de caudal nas torneiras.

Também as condições do ambiente interior foram alvo de estudo, tendo sido melhorado o isolamento do espaço interior tanto a nível térmico como acústico com recurso a placas de fibras de coco. Para tal, foi criada uma caixa-de-ar, parcialmente preenchida pelo isolante natural, entre as paredes de alvenaria existentes e uma parede de acabamento construída com placas de gesso. Também foi considerada a necessidade de isolar os fogos adjacentes, especialmente acusticamente, de forma a melhorar a habitabilidade. Para tal, foi colocada nos pavimentos uma camada de placas de fibras de coco complementada com granulado negro de cortiça [96]. Para além disso, criaram-se as condições necessárias para uma boa ventilação natural dos edifícios tanto nas zonas comuns como nas fracções autónomas.

Uma vez que a biodiversidade também tem um papel preponderante na salubridade do ambiente construído, as espécies arbóreas existentes no local foram preservadas, e o jardim exterior foi alvo de um projecto de paisagismo em paralelo que resultou num aumento da área verde.

4.3.2. Vantagens na adopção do processo de construção

Após a análise do projecto e da obra realizada na reabilitação dos edifícios do antigo Venerável Colégio Pontifício de S. Pedro e S. Paulo, consegue-se perceber que houve preocupação com a eficiência do empreendimento e com o seu impacto na vizinhança não só na fase de obra, como aquando da sua ocupação. Este projecto data de 2001, altura em que o sector da construção apenas começava a abrir os olhos para a importância da gestão ambiental e da eficiência do parque edificado. No entanto, já se demonstrava intenção de constituir um exemplo de construção ecológica em obras de reabilitação de grandes dimensões. A título de curiosidade acrescenta-se que a obra decorreu entre os anos de 2003 e 2008.

Para a análise deste caso de estudo, foram discriminadas e analisadas as acções e medidas adoptadas em cada fase do processo de construção tendo como base a proposta efectuada no Capítulo 3.

Tendo em conta a Tabela 3.4, percebe-se que houve um grande cuidado na fase de elaboração do projecto de alteração, pois foram executadas algumas das actividades propostas: melhorou-se a ventilação natural; adoptaram-se sistemas de isolamento nas paredes e pavimentos e através da adopção de vidros com corte térmico de forma a melhorar as condições interiores; executaram-se estudos de reabilitação estrutural e procedeu-se ao reforço das zonas necessitadas; foram definidos e posteriormente recuperados diferentes materiais existentes para posteriormente serem reutilizados; e, por último, os processos construtivos foram detalhados em diversos relatórios e outros documentos para facilitar o seu controlo e, assim serem atingidos os objectivos pretendidos.

O facto de estes edifícios serem considerados património histórico, condicionou a escolha de soluções mais sustentáveis, especialmente quando a intervenção implicasse alterações na sua forma. Daí a impossibilidade de redimensionar e melhorar a orientação das áreas envidraçadas para melhorar a

iluminação interior, bem como a adopção de sistemas passivos para climatização, ventilação ou iluminação.

No entanto, também houve medidas para ajudar a diminuir os gastos energéticos que não foram adoptadas. Por exemplo, poder-se-ia ter recorrido a sistemas de energia solar activa para ajudar no aquecimento da água ou para gerar electricidade que pudesse ser aproveitada pelo condomínio. Note-se que este empreendimento se situa no alto de Santa Catarina, sendo a sua exposição solar privilegiada.

Na fase de construção, escolheu-se o isolamento térmico com menor impacto no ambiente, instalaram-se lâmpadas de baixo consumo, temporizadores e sensores automáticos para iluminação dos espaços, utilizaram-se redutores de caudal e sistemas de descarga dupla nos sanitários de forma a diminuir o consumo de água e acima de tudo e reciclaram-se vários materiais para reutilização no empreendimento. Para além disso, escolheram-se materiais ecológicos com baixo impacto ambiental, como o aço para execução de estruturas, e a cal nas argamassas de revestimento, tendo sido reduzida a quantidade de betão e argamassas de cimento utilizados em obra. Por análise da Tabela 3.6, percebe-se que neste projecto foi dada especial atenção à fase de reabilitação, pois grande parte das acções definidas foram seguidas.

A fase de utilização e de manutenção do condomínio são as mais difíceis de controlar pois dependem dos moradores. No entanto, teria sido muito importante a criação de um manual de utilização (conforme relatado no ponto 3.9) que seguisse o exemplo demonstrado no Anexo I, onde estivessem descritas várias acções capazes de melhorar as condições de habitabilidade, bem como diminuir os gastos mensais resultantes da utilização dos espaços, como a simples abertura dos vãos para ventilação ou a melhor forma de utilização dos sistemas de sombreamento. Note-se que para melhorar este aspecto foram instalados aparelhos domésticos de classe energética A ou superior.

Quanto à manutenção do condomínio, dever-se-ia ter elaborado e entregue um documento semelhante ao exemplo presente no Anexo II, que detalhasse os trabalhos a efectuar e o seu intervalo de execução (ver ponto 3.9) onde se registassem essas pequenas obras à medida que fossem sendo executadas. Desta forma, conseguir-se-ia controlar melhor as condições dos vários elementos do edifício sujeitos à acção do tempo.

Na Tabela 4.1 é apresentado um quadro síntese de análise entre as acções do processo de construção proposto no capítulo anterior e o caso de estudo.

Tabela 4.1 - Análise comparativa entre o processo proposto e o caso de estudo

Acções	Projecto	Obra	Utilização
• Levantamentos da morfologia do edifício	✓		
• Levantamentos patrimoniais e históricos	✓		
• Levantamento das características climáticas	×		
• Elaboração de diagnóstico dos elementos constituintes do edifício e relatório orientador do projecto	✓		
• Definição do novo programa	×		
• Preferência por estruturas metálicas em detrimento de elementos de betão armado	✓		
• Reaproveitamento de vários elementos e materiais existentes	✓		
• Adopção de sistemas activos e passivos para ganhos energéticos	×		
• Melhoria da ventilação e iluminação naturais	✓		
• Separação e triagem dos diferentes elementos e materiais que irão ser reaproveitados		✓	
• Recolha dos resíduos de demolição criados na obra		n.d.	
• Utilização de materiais naturais de isolamento		✓	
• Instalação de lâmpadas de baixo consumo		✓	
• Instalação de caixilharias com corte térmico		✓	
• Utilização de redutores de caudal e sistemas de descarga dupla		✓	
• Criação de um manual de utilização			×
• Escolha de aparelhos domésticos com a melhor eficiência energética			✓
• Criação de um manual de manutenção			×

Legenda: ✓ – Verificou-se; × – Não se verificou; n.d. – Informação não disponível

Através da análise da tabela anterior, pode-se confirmar que houve uma grande preocupação com a sustentabilidade e eficiência desta obra pois a maior parte das acções propostas no Capítulo 3 foram seguidas nesta obra. Foram executados levantamentos exaustivos, deu-se preferência à recuperação dos elementos existentes em detrimento da construção nova, reduzindo ao mínimo a construção de elementos de betão armado, escolheram-se materiais de isolamento naturais, melhorou-se a ventilação e iluminação naturais através da abertura de novos vãos. Instalaram-se equipamentos de baixo consumo energético tanto ao nível da iluminação como dos electrodomésticos e utilizaram-se sistemas economizadores de água.

No entanto, é de salientar o facto de não se terem adoptado quaisquer sistemas activos ou passivos para ganhos energéticos. Num empreendimento da dimensão do Convento dos Inglesinhos, com 29 fracções autónomas, seria relevante recorrer a equipamentos que permitissem diminuir os consumos na fase de utilização, como por exemplo a colocação de painéis fotovoltaicos ou painéis solares para aquecimento de águas.

A microprodução de energia através da instalação de painéis fotovoltaicos para além de permitir diminuir a factura referente ao consumo energético, pode servir como uma pequena fonte de rendimento para o condomínio através da venda de electricidade à rede pública. Esta medida já foi

adoptada em vários edifícios públicos e privados, como por exemplo em edifícios residenciais, universidades, edifícios de escritórios.

Não foi efectuado nenhum estudo de apoio à definição do novo programa, pois já se encontrava determinado desde início que com a obra se iria criar um empreendimento residencial.

4.4. Ficha de projecto

Com a ficha de projecto presente no Anexo III, pretende-se detalhar a informação técnica do processo construtivo do empreendimento.

4.5. Considerações finais

A reabilitação do espaço destinado ao antigo Venerável Colégio Pontifício de S. Pedro e S. Paulo permitiu dar nova vida a um monumento, património da cidade, que se encontrava deixado ao abandono. Através do seu reaproveitamento conseguiu-se recuperar o seu valor, tanto patrimonial como histórico, preservando-se um ícone da cidade de Lisboa e da passagem do clero inglês pela capital no século XVII (Figura 4.6 e Figura 4.7).



Figura 4.6 - Vista do Convento a partir da Rua João Pereira da Rosa antes e depois da obra [100]



Figura 4.7 - Hall de entrada do empreendimento após a obra [100]

Aproveitando a crescente procura num mercado que começa a ganhar grande expressão no sector imobiliário decidiu proceder-se à alteração do uso do complexo criando-se um condomínio privado de habitação multifamiliar em pleno centro da cidade.

Através da análise deste caso de estudo, nomeadamente das decisões tomadas em projecto para melhorar a eficiência dos edifícios e diminuir os seus gastos, a preocupação com soluções melhores para a sustentabilidade do condomínio e da vizinhança em redor, consegue-se entrever as potencialidades e as vantagens que este tipo de intervenção pode trazer ao parque edificado existente. Por um lado, foi valorizado património imobiliário que não se encontrava ocupado, ao mesmo tempo que se criaram condições de habitabilidade dos espaços optimizadas e de baixo consumo de recursos, diminuindo a percentagem de construção nova, muito alta no nosso país.

Numa época em que o planeta atravessa uma das maiores ameaças da história da civilização decorrente das alterações climáticas e do consumo irracional dos recursos naturais, torna-se imprescindível a mudança de algumas mentalidades e actividades nos sectores que maior impacto têm no ambiente. Como se evidenciou ao longo deste trabalho, o sector da construção é um dos que deve sofrer mais transformações de forma a corrigir os problemas que o caracterizam no panorama actual. Uma das vias possíveis foi apresentada ao longo dos capítulos anteriores e passa pelo cruzamento de dois conceitos já conhecidos da sociedade actual: o Desenvolvimento Sustentável e o processo de reabilitação de edifícios com alteração de uso.

Canha da Piedade apresenta de forma concisa o papel da reabilitação de edifícios no Desenvolvimento Sustentável: “A reabilitação/recuperação do parque imobiliário deve constituir um dos instrumentos indispensáveis de qualquer política de habitação e urbanismo. Esta acção de recuperação de património edificado, para além de permitir *preservar e valorizar as zonas históricas; salvaguardar a pluralidade das funções nas zonas centrais, contrariando a terciarização crescente e o abandono do centro pelos habitantes; reabilitar as periferias em termos de qualidade ambiental e de diversificação de actividades e conservar regularmente o parque habitacional*, pode desempenhar um papel fundamental na “sustentabilidade”, na medida em que o esforço dispendido em recursos para a obtenção de resultados idênticos ao que se obteria com construção nova pode ser cerca de 1/3 a 1/4 e representar ainda uma significativa economia de resíduos.” [24]

Actualmente é comum encontrar vestígios do que outrora foram zonas industrializadas numa cidade desenvolvida em zonas que aguardam por obras de reabilitação capazes de lhes restituir o movimento de outrora para que deixem de ser pontos negativos do espaço urbano.

Através do processo de alteração de uso nos edifícios, consegue-se prolongar o ciclo de vida, valorizar a construção existente e evitar todos os aspectos negativos associados à demolição e reconstrução como, por exemplo, a criação de resíduos. Deste modo, a reabilitação de edifícios é uma

forma de preservar a identidade da cidade, mantendo a componente visual associada às fachadas que fazem parte do seu percurso histórico.

Foi com base nestes factores e nas vantagens já demonstradas em processos semelhantes espalhados por todo o mundo, que se procurou criar uma metodologia adaptada ao panorama nacional de forma a explorar as suas potencialidades na procura de uma descentralização crescente do espaço urbano.

Assiste-se actualmente a uma nova tendência da população que trabalha nos centros urbanos para procurar habitação nos subúrbios onde o preço das casas é mais acessível. A sobrepressão das zonas periféricas das cidades com construção fomenta a impermeabilização irracional do solo com vias de comunicação e edifícios responsável por algumas tragédias que se assiste em especial durante as cada vez mais frequentes e duradouras intempéries. Para além disso, o facto de as pessoas se afastarem dos centros urbanos aumenta a sua necessidade de deslocações pendulares diárias, tanto nos movimentos casa-trabalho como para grande parte das restantes actividades quotidianas. Esta crescente dependência do veículo tirou lugar à circulação pedonal nas cidades, ponto cada vez mais negligenciado no planeamento dos espaços urbanos da actualidade, o que, para além de ter grandes consequências ao nível das emissões de gases para a atmosfera (note-se que o transporte é a segunda maior causa de emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa), fragmenta os vários espaços da cidade dificultando a vivência dos cidadãos na rua.

É na solução destas questões que o processo de alteração de uso nos edifícios poderá ser uma mais-valia para o futuro sustentável das cidades. Para ajudar a compreender o impacto destas obras no espaço urbano analisaram-se os efeitos de alguns exemplos apresentados no capítulo 2.3.5 no meio envolvente.

Assim, apesar de não se tratar de um edifício, refere-se ao projecto High Line pois tornou-se rapidamente um marco da cidade de Nova Iorque. Aquando da sua abertura ao público, inúmeras publicações lhe dedicaram artigos de várias páginas. Entre outros, o jornal nova iorquino Daily News escreveu “It's High time: The city's amazing new elevated park is a sight to behold” e a New York Magazine fez o artigo “The High Line: It Brings Good Things to Life”, onde os jornalistas se rendiam ao resultado do projecto e ao desenvolvimento que iria trazer a uma zona da cidade envelhecida. O sucesso desta reabilitação foi também confirmado não só pelos inúmeros prémios que tem arrecadado como pelo aumento da procura imobiliária do bairro.

Também a Gasometer City, em Viena, gerou uma opinião unânime quanto à qualidade do projecto e seus efeitos na cidade. Num artigo do conhecido weblog Inhabitat.com, sítio “dedicado ao futuro do design seguindo as inovações na tecnologia, práticas e materiais que estão a impulsionar a arquitectura e o design em direcção a um futuro mais inteligente e sustentável”, pode-se ler um artigo intitulado “Gigantic Coal Gasometers Transformed into Thriving Communities”. Nesse artigo, salienta-se o facto de se ter criado uma nova comunidade dentro da cidade graças à multidisciplinaridade do projecto decorrente dos seus inúmeros usos, e pode-se ler o seguinte parágrafo: “Hoje, os gasómetros formam o seu próprio centro dentro da cidade com um forte sentido de comunidade dada a sua

abundância de habitação e diversidade de usos. Inúmeras teses e dissertações em psicologia, planeamento urbano, jornalismo e arquitectura têm sido escritas sobre o fenómeno que surgiu com o projecto”.

Tendo em conta os exemplos apresentados, qualquer pessoa se encontra capaz de encontrar pelo menos uma zona sua conhecida (seja perto da sua residência ou simplesmente num local de passagem) com características idênticas, onde um projecto desta natureza resultaria numa melhoria da qualidade do bairro e, consequentemente da cidade onde se insere.

Em suma, demonstrou-se que o conceito do Desenvolvimento Sustentável adaptado ao processo de alteração de uso dos edifícios não só representa uma mais-valia para a ecologia e sustentabilidade do parque edificado que actualmente se encontra sobrelotado com edifícios desocupados, como serve de veículo para a revitalização dos centros urbanos e sua vizinhança. É com base nestes pontos, que se considera este processo operativo muito importante para o futuro das cidades e da qualidade de vida das gerações que nelas irão habitar.

6. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Uma das formas de desenvolver o trabalho executado ao longo desta dissertação seria a implementação prática de vários casos de estudo que permitissem alcançar uma quantificação dos benefícios atingidos através da implementação do processo sustentável, criado para o processo de construção na alteração de uso nos edifícios. Conforme descrito ao longo do Ponto 2.4, o factor que tem criado maior atrito à implementação em larga escala dos princípios do Desenvolvimento Sustentável no sector da construção é o facto de, apesar de os seus benefícios serem conhecidos, actualmente não haver uma forma simples de os adoptar e de quantificar algumas das suas parcelas. Desta forma, o sector tem-se mostrado um tanto reticente quanto às medidas de carácter ecológico a adoptar, pois, muitas das vezes, o nível da sua eficiência é desconhecido. Assim, seria importante conhecer na realidade, em termos económicos, sociais e de qualidade do ambiente, quais as consequências destas acções no dia-a-dia da população e nos seus gastos mensais decorrentes da utilização dos espaços.

Por outro lado, seria importante também estudar a viabilidade de recorrer a este processo operativo para a alteração de uso em edifícios em particular para a construção de habitação. Ao analisar vários exemplos portugueses, com especial incidência na cidade de Lisboa, o que se verifica é que este tipo de reabilitação apenas ocorre quando o objectivo é a criação de imóveis de luxo. Numa altura em que cada vez se salienta mais a necessidade de se ter habitação economicamente mais acessível no centro das cidades, de forma a evitar o crescente movimento para as periferias, e que se procura rejuvenescer os habitantes dos centros urbanos, a reabilitação de edifícios existentes com alteração de usos poderia representar uma forma de responder a essa crescente procura. Tal poderia ser conseguido através de projectos que, para além da preocupação com o ambiente e com a eficiência do edifício, procurassem manter os custos de obra baixos, com o objectivo de conseguir preços finais mais acessíveis.

7. BIBLIOGRAFIA

1. A CORTIÇA — http://www.amorim.com/cor_glob_cortica.php. Consultado a 5 de Fevereiro de 2010.
2. ABOUT THE HIGH LINE — <http://www.thehighline.org>. Consultado a 12 de Março de 2010.
3. ADDIS, BILL — *Building: 3000 Year of Design Engineering and Construction*. New York, Phaidon, 2007.
4. AGENDA 21 — http://agendacascais21.net/Files/Billeder/Agenda21/docs/Agenda21-Documento_Integral_Portugues-Brasil.pdf. Consultado a 6 de Outubro de 2009.
5. ALMEIDA, ANA CATARINA — *Indústria e arquitectura*. Prova Final de Licenciatura em Arquitectura, Repositório Digital da Universidade de Coimbra. <https://estudogeral.sib.uc.pt/dspace/bitstream/10316/11796/1/industria%20e%20arquitectura.pdf>. Consultado a 12 de Janeiro de 2010.
6. AMADO, MIGUEL P. — *Conservação energética em edifícios de habitação e o nível de conforto ambiental*. in CONSTRUÇÃO 21 - Congresso Nacional da Construção, págs.1001-1012, F. Branco; J. de Brito; M.G. Gomes. Lisboa, Colprinter, 2001.
7. AMADO, MIGUEL P.; ET AL — *Relatório de Candidatura à Concessão de Terrenos em Cacuaco – Angola*. GEOTPU-FCT-UNL, 2009.
8. AMADO, MIGUEL P.; ET AL — *Sustainable Building Process*. in XXXV IASH World Congress on Housing Science - planning, design, construction and performance, volume 1 of World Congress on Housing Science (CD-ROM), page 65, Ron Wakefield; Nick Blismas. Melbourne - Australia, RMIT University, 2007.
9. ANINK, DAVID; BOONSTRA, CHIEL; MAK, JOHN — *Handbook of Sustainable Building*. Holand, James & James, 1995.

10. ARQUITECTURA E ESTRUTURA DE UM AEROGERADOR MODERNO — <http://www.portal-energia.com/arquitectura-e-estrutura-de-um-aerogerador-moderno>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
11. BERGE, BJORN — *The Ecology of Building Materials*. Oxford, Architectural Press, 2003.
12. BIOMASSA — <http://www.c3-energy.pt/home/home.php?module=biomassa>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
13. BIOMASSA VIRA BIOGASOLINA, BIODIESEL, BIOQUEROSENE E OUTROS BIOS — <http://www.portal-energia.com/biomassa-vira-biogasolina-biodiesel-bioquerosene-e-outros-bios>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
14. BOOKSTORE SELEXYZ DOMINICANEN MAASTRICHT — http://www.e-architect.co.uk/holland/bookstore_selexyz_dominicanen_maastricht.htm. Consultado a 12 de Março de 2010.
15. BRANA, CELESTINO GARCIA; LANDROVE, SUSANA; TOSTÕES, ANA — *A arquitectura da indústria, 1925-1965*. Barcelona, Registo DOCOMOMO Ibérico, 2005.
16. BRANCO, J. PAZ — *Manual do Pedreiro*. Lisboa, LNEC, 1981.
17. CABRITA, A. REIS; OLIVEIRA, CARLOS S. — *Tipificação do parque habitacional*. 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação. Lisboa, LNEC, 1985.
18. CABRITA, A. REIS; PEDRO J. BRANCO; MOURÃO, JOANA — *Quantidade, Qualidade e Sustentabilidade do Parque Habitacional*. <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/pessoal/jpedro/Research/Pdf/Artigo%20qualidade%20qualidade%20sustentabilidade.pdf>. Consultado a 5 de Outubro de 2009.
19. CALKINS, MEG — *Materials for Sustainable Sites*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2009.
20. CASE STUDIES - GASOMETER CITY — http://www.cse.polyu.edu.hk/~cecspon/lwbt/Case_Studies/Gasometer_City/Gasometer_City.htm. Consultado a 12 de Março de 2010.
21. COLLARD, B.; DEHERDE, A. — *Tchnology Module 1: Office Building Typology*. http://erg.ucd.ie/mid_career/pdfs/tech_mod_1.pdf. Consultado a 7 de Março de 2010.
22. COUTO, ARMANDA BASTOS; ET AL — *Desconstrução - Uma ferramenta para a sustentabilidade da construção*. Comunicação do Seminário NUTAU'2006 - Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade. Repositório Digital da Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6792/1/095NUTAU.pdf>. Consultado a 8 de Fevereiro de 2010.

-
23. DA PIEDADE, A. CANHA — *1º Curso de Física da Construção e Tecnologias Solar-Passivas*. Lisboa, ISEL - CEEC, 1999.
 24. DA PIEDADE, A. CANHA — *Construir no presente preservando o futuro*. Lisboa, IST, DEC, 2000.
 25. DA SILVA, VASCO — *Revolução (des)industrial : museificar, reutilizar e converter*. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura, Repositório Digital da Universidade de Coimbra. <https://estudogeral.sib.uc.pt/dspace/bitstream/10316/11536/1/Revolu%C3%A7%C3%A3o%20%28Des%29Industrial.pdf>. Consultado a 11 de Janeiro de 2010.
 26. DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES PARA A MONTAGEM DOS SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA — <http://www.portal-energia.com/descricao-e-informacoes-para-a-montagem-dos-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
 27. DESIGNER/BUILDER - JOURNAL OF THE HUMAN ENVIRONMENT — *Gas Tank Living: An Unusual Case of Adaptive Reuse in Vienna*. <http://www.duncanjdsmith.com/uploads/phjpri/gastankliving.pdf>. Consultado a 12 de Março de 2010.
 28. DORTE MANDRUP ARCHITECTS — *Jaegersborg Water Tower*. http://www.openhouse-int.com/pdf/tba_freeRead.pdf. Consultado a 12 de Março de 2010.
 29. DOS SANTOS, PINA; MATIAS, LUÍS — *Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios*. Lisboa, LNEC, 2006.
 30. DOUGLAS, JAMES — *Building Adaptation*. Oxford, Butterworth-Heinemann, 2006.
 31. ECOÁGUA — <http://www.ecoagua.pt>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
 32. EDWARDS, BRIAN — *guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona, Gustavo Gili, SA, 2004.
 33. ENERGIA DO BIOGÁS — <http://www.portal-energia.com/energia-do-biogas>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
 34. ENERGIA GEOTÉRMICA — <http://www.dern.pt/index.php?pg=6&lng=pt>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
 35. ENERGIA GEOTÉRMICA - FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA — <http://www.portal-energia.com/energia-geotermica-funcionamento-e-tecnologia/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
 36. ENERGIAS RENOVÁVEIS — http://www.prof2000.pt/users/jorgeneto/8_C/Ailton/Ailton.htm. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
-

37. FERRÃO, JOÃO — *Terciarização e território: emergência de novas configurações espaciais?* <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223042974K6wTU7di2Xh46KN5.pdf>. Consultado a 26 de Fevereiro de 2010.
38. FRAMPTON, KENNETH — *História Crítica da Arquitectura Moderna*. São Paulo, Martins Fontes Editora, 2000.
39. FREY, PATRICE — *Building Reuse: Finding a Place on American Climate Policy Agendas*. http://www.preservationnation.org/issues/sustainability/additional-resources/building_reuse.pdf. Consultado a 9 de Março de 2010.
40. FUNCIONAMENTO DA ENERGIA HÍDRICA/BARRAGENS HIDROELÉCTRICAS — <http://www.portal-energia.com/funcionamento-da-energia-hidrica-barragens-hidroelectricas/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
41. FUNCIONAMENTO PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS PARA AQUECIMENTO — <http://www.portal-energia.com/funcionamento-paineis-solares-termicos-para-aquecimento/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
42. GIGANTIC COAL GASOMETERS TRANSFORMED INTO THRIVING COMMUNITIES — <http://www.inhabitat.com/2009/10/14/gigantic-coal-gasometers-transformed-into-thriving-communities/#more-66128>. Consultado a 27 de Abril de 2010.
43. GLANCEY, JONATHAN — *Guias Essenciais: Arquitectura*. Porto, Civilização Editores, 2006.
44. GOMES, RUY JOSÉ — *Exigências funcionais das habitações e modo da sua satisfação*. Lisboa, LNEC, 1971.
45. GYMPEL, JAN — *História da Arquitectura - da Antiguidade aos nossos dias*. Colónia, Könnemann, 1996.
46. HEMERA - SOLUÇÕES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS, MICROPRODUÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA — <http://hemeraenergy.com>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
47. HENRIQUES, FERNANDO — *A conservação do património histórico edificado*. Lisboa, LNEC, 1991.
48. HIPERCLIMA — <http://www.hiperclima.pt>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
49. HIGH LINE - IMAGES & VIDEO — <http://www.thehighline.org/galleries/images>. Consultado a 12 de Março de 2010. -
50. INFORMAÇÃO GERAL SOBRE PAINÉIS POLARES TÉRMICOS — http://rrenergy.pt/index_ficheiros/P%20Solaresinf%20geral.pdf. Consultado a 4 de Janeiro de 2010.
51. INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE) — *Censos 2001*. Lisboa, INE, 2003.

52. INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE) — *Estatísticas da Construção e Habitação 2008*. Lisboa, INE, 2009.
53. JAEGBERG WATER TOWER — <http://www.archdaily.com/6748/jaegersborg-water-tower-dorte-mandrup-arkitekter/>. Consultado a 12 de Março de 2010.
54. JANSON, H. W. — *História da Arte*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1998.
55. JOHN, V. M.; ET AL — *Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira*. <http://durar.pcc.usp.br/artigos/Durabilidade%20e%20Sustentabilidade.pdf>. Consultado a 10 de Março de 2010.
56. KIBERT, CHARLES *Green Building Design and Delivery*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2008.
57. KINCAID, DAVID *Adapting Building for Changing Uses*. London, Spon Press, 2003.
58. LANHAM, ANA; GAMA, PEDRO; BRAZ, RENATO — *Arquitectura Bioclimática: Perspectivas de inovação e futuro*. http://www.gsd.inesc-id.pt/~pgama/ab/Relatorio_Arq_Bioclimatica.pdf. Consultado a 7 de Dezembro de 2009.
59. LAURIA, ALEJANDRO — *Sustentabilidade na Construção*. Lisboa, Verlag Dashöfer, 2007.
60. LX FACTORY — <http://www.ruadebaixo.com/lxfactory.html>. Consultado a 11 de Janeiro de 2010.
61. MARTINS, LUÍSA — *O Loft (n)O Património Industrial (d)A Cidade*. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura, Repositório Digital da Universidade de Coimbra. <https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/11724/1/Lu%c3%adsa%20Pimentel%20Martins.pdf>. Consultado a 11 de Janeiro de 2010.
62. MATEUS, RICARDO; BRAGANÇA, LUÍS — *Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção*. Porto, Edições Ecopy, 2006.
63. MCILWAIN, JOHN; MCILWAIN, KNOX — *Out with the New and in with the Old*. http://www.uli.org/ResearchAndPublications/Magazines/MagazineArchives/MultifamilyTrends/2007/March_April/Out%20with%20the%20New%20and%20in%20with%20the%20Old.aspx. Consultado a 9 de Março de 2010.
64. MOITA, FRANCISCO — *Energia Solar Passiva 1*. Lisboa, Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 1987.
65. MOURÃO, JOANA F.; PEDRO, JOÃO B. — *Sustentabilidade Ambiental da Habitação e Áreas Residenciais*. Lisboa, LNEC, 2005.
66. MUSEU DA ELECTRICIDADE — <http://www.guiadacidade.pt/portugal/?G=monumentos.ver&artid=18343&distritoid=11>. Consultado a 11 de Janeiro de 2010.

67. NATURAL VENTILATION SYSTEMS —
http://www.dyerenvironmental.co.uk/natural_vent_systems.html. Consultado a 8 de Janeiro de 2010.
68. NEREU, SÍLVIA — *Evolução das exigências funcionais da habitação*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção. Lisboa, IST, DEC, 2001.
69. PAREDES TROMBE —
http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=86:paredes-trombe&catid=47:inercia-termica&Itemid=73. Consultado a 14 de Dezembro de 2009.
70. PHILLIPS, DEREK — *Lighting Modern Buildings*. Oxford, Architectural Press, 2000.
71. PHOTOGALLERY OF THE GASOMETER AND GASWORK — <http://www.wiener-gasometer.at/en/gallery/>. Consultado a 12 de Março de 2010.
72. PINHEIRO, MANUEL DUARTE — *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora, Instituto do Ambiente, 2006.
73. POIRAZIS, HARRIS — *Double Skin Façades for Office Buildings*. Lund, Lund University, 2004.
74. REPORT OF THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT: OUR COMMON FUTURE — <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>. Consultado a 16 de Dezembro de 2009.
75. ROAF, SUE; CRICHTON, DAVID; NICOL, FERGUS — *Adapting buildings and cities for climate change*. Oxford, Architectural Press, 2005.
76. SELEXYZ DOMINICANEN BOOKSTORE — http://www.edilportale.com/progetti/evelynemerckx/maastricht/selexyz-dominicanen-bookstore_6498.html. Consultado a 12 de Março de 2010.
77. SOLAR PANELS, SOLAR CELLS — <http://www.directindustry.com/cat/electricity-power-supplies-generators-transformers/solar-panels-solar-cells-C-676.html>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
78. SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM — <http://www.greenenergygreenhome.com/solar-photovoltaic-system>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
79. TABIQUE — <http://www.paulojones.com/tecnicas/tabique.php>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
80. TEORIA ENERGIA DAS ONDAS — <http://www.portal-energia.com/teoria-energia-das-ondas/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.
81. TEORIA ENERGIA EÓLICA — <http://www.portal-energia.com/teoria-energia-eolica/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010.

-
82. THE CONSTRUCTION OF RESSANO GARCIA AVENUES — <http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/003/004/artigo.php?ml=2&x=b15a8en.xml>. Consultado a 10 de Fevereiro de 2010.
83. THE OUTER SURFACE IMPROVING THE ENVIRONMENTAL IMPACT — <http://space-modulator.jp/en/latest/lufthansa/lac/4dimensions.html>. Consultado a 9 de Janeiro de 2010.
84. TIETZ, JÜRGEN — *História da Arquitectura do Século XX*. Colónia, Könemann, 1998.
85. TIRONE, LÍVIA; NUNES, KEN — *Construção Sustentável - Soluções eficientes hoje, a nossa riqueza de amanhã (2ª Edição)*. Sintra, Tirone Nunes, SA, 2008.
86. TOWERS, GRAHAM — *An Introduction to Urban Housing Design: At Home in the City*. Oxford, Architectural Press, 2005.
87. UNEP IN 2002: ENVIRONMENT FOR DEVELOPMENT — http://www.unep.org/pdf/annualreport/UNEP_Annual_Report_2002.pdf. Consultado a 16 de Dezembro de 2009.
88. VIEWFINDER — <http://viewfinder.english-heritage.org.uk/>. Consultado a 9 de Dezembro de 2009.
89. WHAT IS A WIND TURBINE? — <http://windenergysystems.info/featured/what-is-a-wind-turbine/>. Consultado a 6 de Janeiro de 2010. -
90. WIKIPEDIA — <http://en.wikipedia.org/>. Consultado a 9 de Dezembro de 2009.
91. WIRED NEW YORK — <http://wirednewyork.com/> Consultado a 9 de Dezembro de 2009.

Regulamentos e Decretos-lei

92. *RCCTE: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*, Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro.
93. *RGEU: Regulamento Geral das Edificações Urbanas (6ª Edição)*. Lisboa, DisLivro, 2006.
94. *RRAE: Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*, Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio.
95. *RSA: Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes*. Porto, Porto Editora, 2006.

Caso de Estudo

96. ACUSTICONTROL - CONSULTORES EM ENGENHARIA ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO, LDA — *Colégio dos Inglesinhos – Isolamento Sonoro*. Lisboa.

97. CARITA, HÉLDER — *Dossier de levantamento do estado de conservação*. Lisboa.
98. CONVENTO DOS INGLESINHOS — <http://www.conventodosinglesinhos.pt/>. Consultado a 21 de Junho de 2010.
99. FICOPE - FISCALIZAÇÃO, CONSTRUÇÃO E PROJECTOS DE ENGENHARIA, LDA — *Convento dos Inglesinhos – Relatório Final de Actividade*. Lisboa, 2009.
100. FICOPE - FISCALIZAÇÃO, CONSTRUÇÃO E PROJECTOS DE ENGENHARIA, LDA — *Relatório fotográfico da intervenção no antigo Colégio dos Inglesinhos*. Lisboa, 2008.
101. Google Maps – <http://maps.google.pt/>. Consultado a 21 de Junho de 2010.
102. SUSTENTABILIDADE — <http://www.chamartinimobiliaria.com/sustentabilidade/>. Consultado a 22 de Junho de 2010.
103. VEIGA, MARIA DO ROSÁRIO; TAVARES, MARTHA; MAGALHÃES, ANA CRISTIAN — *Parecer sobre as anomalias construtivas observadas na obra do Convento dos Inglesinhos*. Lisboa, LNEC.

ANEXO I - Manual de Utilização

1. Apresentação do edifício

Breve caracterização do edifício original: data de construção; localização; usos e funções que cumpriu ao longo do tempo.

Breve caracterização do edifício após a obra: apresentação do novo imóvel; objectivos pretendidos com a alteração de uso.

2. Descrição do edifício

2.1. Apresentação das tipologias constituintes

Apresentação e caracterização dos diferentes tipos de uso do edifício: localização de cada um dentro do edifício; área destinada a cada tipologia.

2.2. Elementos e sistemas construtivos

- i. Paredes: exteriores e interiores*
- ii. Pavimentos*
- iii. Tectos*
- iv. Portas: exteriores e interiores*
- v. Janelas*
- vi. Acabamentos*
- vii. Redes*
- viii. Sistemas de climatização*
- ix. Sistemas de iluminação*

Caracterização de cada elemento e sistema construtivo, p.e. tipos de materiais e produtos utilizados para cada solução.

2.3. Lista detalhada de materiais

- i. Portas*

-
- ii. Janelas*
 - iii. Pinturas*
 - iv. Revestimentos*
 - v. Mobiliário sanitário*
 - vi. Electrodomésticos*
 - vii. Equipamentos de climatização*
 - viii. Contactos dos fabricantes e fornecedores*

Descrição detalhada dos materiais e equipamentos utilizados na construção: produtor; referência; dimensões; cor.

2.4. Boas práticas para tirar melhor partido da fracção

- i. Ventilação natural*
- ii. Sistemas de sombreamento exterior*
- iii. Sistemas passivos e activos para ganhos energéticos*
- iv. Medidas para diminuir o consumo de água*

Sugestões feitas ao proprietário para, através de boas práticas na utilização, melhorar a qualidade do ambiente interior e diminuir os gastos energéticos e de recursos.

2.5. Peças desenhadas

Compilação das peças desenhadas do imóvel.

2.6. Contactos de todas as entidades envolvidas no processo

Listagem de todas as entidades envolvidas no processo e respectivos contactos (endereço, correio electrónico e outras informações que possam ser úteis).

2.7. Outros contactos

Listagem de outros contactos locais que possam ser úteis, p.e. forças de segurança e serviços de saúde.

ANEXO II - Manual de Manutenção
--

1. Inspeções e verificações a realizar

Listagem de todos os trabalhos a efectuar ao longo da vida do imóvel e intervalo de execução recomendado entre os mesmos.

2. Registo dos trabalhos efectuados

Listagem dos trabalhos que forem sendo efectuados com registo das datas, descrição dos trabalhos, data recomendada para a próxima inspecção e entidade contratada.

ANEXO III – Ficha de Projecto

1. Entidades Envolvidas

Tabela A3.1 - Entidades envolvidas no processo construtivo do Convento dos Inglesinhos [99]

<i>Promotor</i>	HIGHGROVE – Clubes Residenciais
<i>Gestor do projecto</i>	INOI
<i>Fiscalização</i>	FICOPE, Lda.
<i>Projectista de arquitectura</i>	CARLOS TRAVASSOS, Arquitecto Lda.
<i>Projectista de fundações e estruturas</i>	A2P Consult Estudos e Projectos, Lda.
<i>Construtora</i>	Edifer, SA.

Valor da obra – 12 M€

2. Localização

Este empreendimento situa-se na freguesia de Santa Catarina em Lisboa, limitado a Norte pela Calçada do Cabra, a Sul pela Travessa dos Inglesinhos, a Este pela Rua Luz Soriano e a Oeste pela Rua Nova do Loureiro.

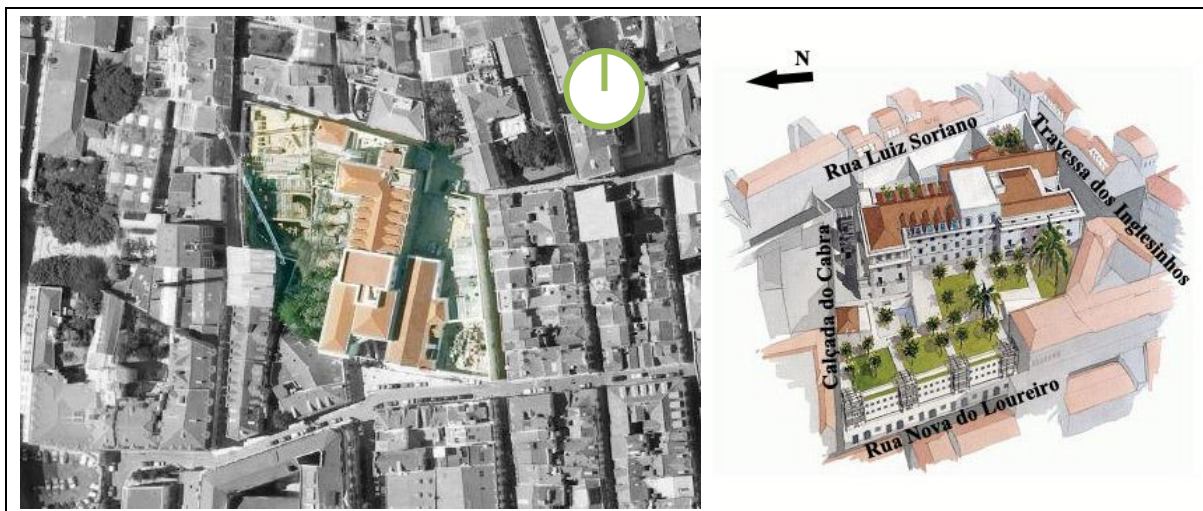


Figura A3.1 – Localização do empreendimento: fotografia aérea; nome das ruas envolventes [99][101]

3. Volumes

O “novo” Convento dos Inglesinhos apresenta 3 volumes distintos, conforme se pode ver na Figura A3.2: o edifício do Colégio (edifício A) e a moradia isolada (edifício C) a laranja; a capela a vermelho e, por último, o edifício construído de raiz para este empreendimento (edifício B) a amarelo.



Figura A3.2 - Diferentes volumes que constituem o Convento dos Inglesinhos [101]

4. Funções

Com esta obra criou-se um conjunto edificado com estacionamento privado ao nível dos pisos subterrâneos e habitação nos pisos superiores. As tipologias disponíveis vão do T0 ao T5 sendo algumas em Duplex [98].

5. Áreas – Descrição do empreendimento

Esta construção apresenta 4.000 m² de área bruta de implantação e 11.400 m² de área bruta de construção acima do solo dividida pelos três edifícios, sendo que o edifício construído de raiz apresenta três pisos e o edifício original do Colégio quatro. Para além disso, há ainda três pisos enterrados para estacionamento [99].

6. Progresso da obra

Licenciamento

Tabela A3.2 - Datas-chave do processo de licenciamento [99]

2001	Entregue o processo camarário é o 78/OB/RU/2001 referente ao projecto de licenciamento de Arquitectura. Posteriormente deu entrada um projecto de alterações com o n° 232/OB/RU/2002
2002	Dado existir perigo de queda do muro da Rua Luz Soriano e uma vez que não havia aprovação do projecto de Arquitectura, foi solicitado uma licença para a demolição das edificações existentes junto a esse muro cujo n° da licença concedida pela C.M.L foi 68/D/2002 e com a validade 10-08-2002, esse trabalho foi realizado em Julho de 2002
2004	Foi emitida licença de construção com o n° 1212/O/2004. Foi entregue na CML novo projecto de alterações de arquitectura
2006	Suspensão dos trabalhos por ordem judicial (duas providências cautelares). Pedido de prorrogação do prazo da licença de construção
2007	Prorrogação da licença de obra concedida pela CML
2008	Entrega de projecto de alterações de arquitectura em Abril com n° processo 456/EDI/2008, com as adaptações realizadas na obra (alterações de clientes, etc). Emissão da licença de utilização (parcial, excepto capela) em Dezembro com n° 415/UT/2008

Do projecto à obra

Tabela A3.3 - Datas-chave das fases de projecto, construção e utilização [99]

2001	Iniciados os trabalhos de levantamento, estudo prévio de arquitectura e licenciamento.
2000 – 2003	Levantamentos topográficos
2001 – 2003	Levantamentos patrimoniais realizados pelo Arquitecto Carlos Travassos
2003	Levantamentos históricos patrimoniais pelo Historiador Hélder Carita
2004	Levantamentos estruturais pela empresa OZ
2002 – 2005	Demolições e preparação de empreitada geral, em paralelo com o desenvolvimento de sucessivas alterações aos processos de licenciamentos
2005 – 2006	Consignação parcial da empreitada geral do edifício A (edifício B foi protelado devido a licenciamentos por concluir)
2006	Consignação parcial do edifício B e suspensão dos trabalhos por ordem judicial em duas fases, com alterações subsequentes de licenciamentos da escavação e contenção periférica do edifício B
2007	Descoberta de contrafortes nos muros da rua Nova do Loureiro, que por imposição camarária houve necessidade de suspensão dos trabalhos e reformulação de projectos de licenciamento e execução da contenção periférica, estrutura e arquitectura
2007 – 2008	Execução conjunta do edifício A (continuação) e edifício B
2008	Emissão de alvará de utilização (excepto capela) pela CML [Dezembro]
2009	Início da utilização dos edifícios

7. Processo construtivo

Tabela A3.4 - Elementos construtivos [96][99][103]

Fundações	Alvenaria mista
Estrutura	Paredes de alvenaria mista Paredes de frontal estruturais
Envoltente exterior	Paredes de alvenaria mista de grande espessura
Compartimentação interior	Paredes de frontal não estrutural Paredes de alvenaria de tijolo Paredes de gesso cartonado
Pavimentos	Pavimentos de madeira e aço nas zonas secas Lajes mistas de betão e aço nas zonas húmidas
Tectos	De “saia e camisa” em madeira Placas de gesso laminado
Vãos	Caixilharia de madeira de vidro duplo
Cobertura	Estrutura metálica Cobertura inclinada de telha cerâmica
Acabamento pavimentos	Soalho corrido em madeira Lajedo em pedra de lioz nas zonas húmidas
Acabamento paredes	Estuque pintado Azulejo nas zonas húmidas
Equipamento AQS	Caldeira centralizada

Durante as obras de reabilitação, os revestimentos antigos foram removidos e aplicados novos revestimentos, constituídos por argamassas de cal e cimento, tanto no exterior como no interior do edifício (Tabela A3.4). Em algumas zonas do interior do edifício foi aplicado um revestimento tradicional de estuque, constituído por gesso e cal [99]. Conforme se pode ver na Tabela A3.4, para o acabamento recorreu-se a pintura com tinta aquosa.

Tabela A3.5 – Soluções de revestimento [99]

Revestimentos de protecção	Composições (constituintes e proporções volumétricas)		
	Constituinte	Paramento exterior	Paramento interior
Salpico	Cimento	2	2
	Cal	1	1
	Areia	12	12
Emboço	Cimento	1	1
	Cal	1	1
	Areia	6	6
Reboco	Cimento	1	1
	Cal	3	3
	areia	12	12
Revestimento de acabamento por pintura	Tinta aquosa HEMPELMAT 58730 (copolímero estireno-acrílico)		

O revestimento exterior das paredes foi efectuado com recurso a um barramento constituído por uma argamassa de cal aérea hidratada e areia siliciosa de granulometria fina, com traço volumétrico 1:3. Esta argamassa foi aplicada com talocha metálica, bem apertada. No interior, após a remoção dos revestimentos originais, foi aplicado um revestimento tradicional de estuque, constituído por gesso e cal. [99]

Para reforçar os pavimentos foi executada uma estrutura metálica com recurso a perfis de aço HEB300 e HEB120. Esta estrutura serviu de suporte das vigas de madeira nas zonas secas e de suporte da chapa de cofragem perdida e do betão que constituem as lajes mistas (Figura A3.12 e Figura A3.13). Nas zonas secas, sobre esta estrutura, foi criada uma camada de suporte do pavimento com recurso a painéis Viroc.

Nas coberturas inclinadas recorreu-se, também a estruturas mistas constituídas por asnas de aço e travamento de madeira.

8. Mapa de acabamentos

Tabela A3.6 - Interior das habitações [98]

<i>Sala de Jantar/Sala de Estar</i>	Pavimento :: Soalho corrido encabeirado em madeira de Riga Rodapé e rodactecto :: MDF lacado Paredes :: estuque Tecto :: falso em placas de gesso laminado
<i>Quarto</i>	Pavimento :: Soalho corrido encabeirado em madeira de Riga Rodapé e rodactecto :: MDF lacado Paredes :: estuque Tecto :: falso em placas de gesso laminado
<i>Casas de banho</i>	Pavimento :: Lajedo em pedra de lioz abancado Rodapé :: Pedra Lioz abancado Rodactecto :: MDF Lacado Paredes :: Azulejo de lastra 14x14 Viúva Lamego / Estuque Tecto :: Falso em placas de gesso laminado Loiças Sanitárias :: Duravit - “ Stark 3” e banheira Indusa Torneiras :: Hansgrohe – Talis S
<i>Cozinha</i>	Pavimento :: Lajedo em pedra de lioz abancado Rodapé :: Pedra Lioz abancado Paredes :: Azulejo de lastra Viúva Lamego 14x14 / Estuque Tecto :: Falso em placas de gesso laminado Bancada :: Pedra de lioz abancado Equipamentos :: Miele – placa vitrocerâmica, exaustor, forno eléctrico, micro-ondas, combinado frigorífico-congelador, máquina de lavar loiça, máquina de lavar e secar Móveis :: Design Lab da Comovar com frentes revestidas a termolaminado e/ou lacadas
<i>Terraço</i>	Pavimento :: Lajedo em pedra de lioz abancado Rodapé :: Placas em pedra de lioz abancado Paredes :: Reboco
<i>Geral</i>	Caixilharia :: Madeira lamelada de castanho esmaltada, com folhas móveis em vidros laminados SGG Stadip Silence Porta de entrada :: Blindada, em madeira maciça Carpintarias :: Portas interiores engradadas em madeira maciça de casquinha com acabamento lacado Armários Roupeiros :: Madeira e MDF lacado Soleiras e Peitoris :: Pedra de lioz abancado Recolocação dos painéis de azulejos nos apartamentos do piso 4
<i>Instalações técnicas</i>	Pré-Instalação de Som nas salas Pré-instalação de sistema de segurança contra intrusão Aquecimento Central com caldeira centralizada e contadores de água quente sanitária e de entalpia por fracção (Central e radiadores Roca) Aparelhagem eléctrica Merten M-Plan

Tabela A3.7 - Zonas comuns [98]

<i>Corredores/Escadas</i>	Pavimento :: Lajedo em pedra de lioz / Soalho corrido em madeira de Riga Rodapé :: Placas em pedra de lioz abancado/ MDF Lacado Paredes :: Reboco fino para pintar; estuque tradicional Tecto :: Reboco fino para pintar / Tecto de “saia e camisa” no piso 5/ Estuque tradicional no piso 4 Escadas Existentes, a preservar
<i>Claustro</i>	Pavimento :: Lajedo em pedra de lioz abancado Paredes :: Recuperação dos painéis de azulejos existentes Tecto :: Estuque branco liso e falso em placas de gesso laminado

9. Plantas

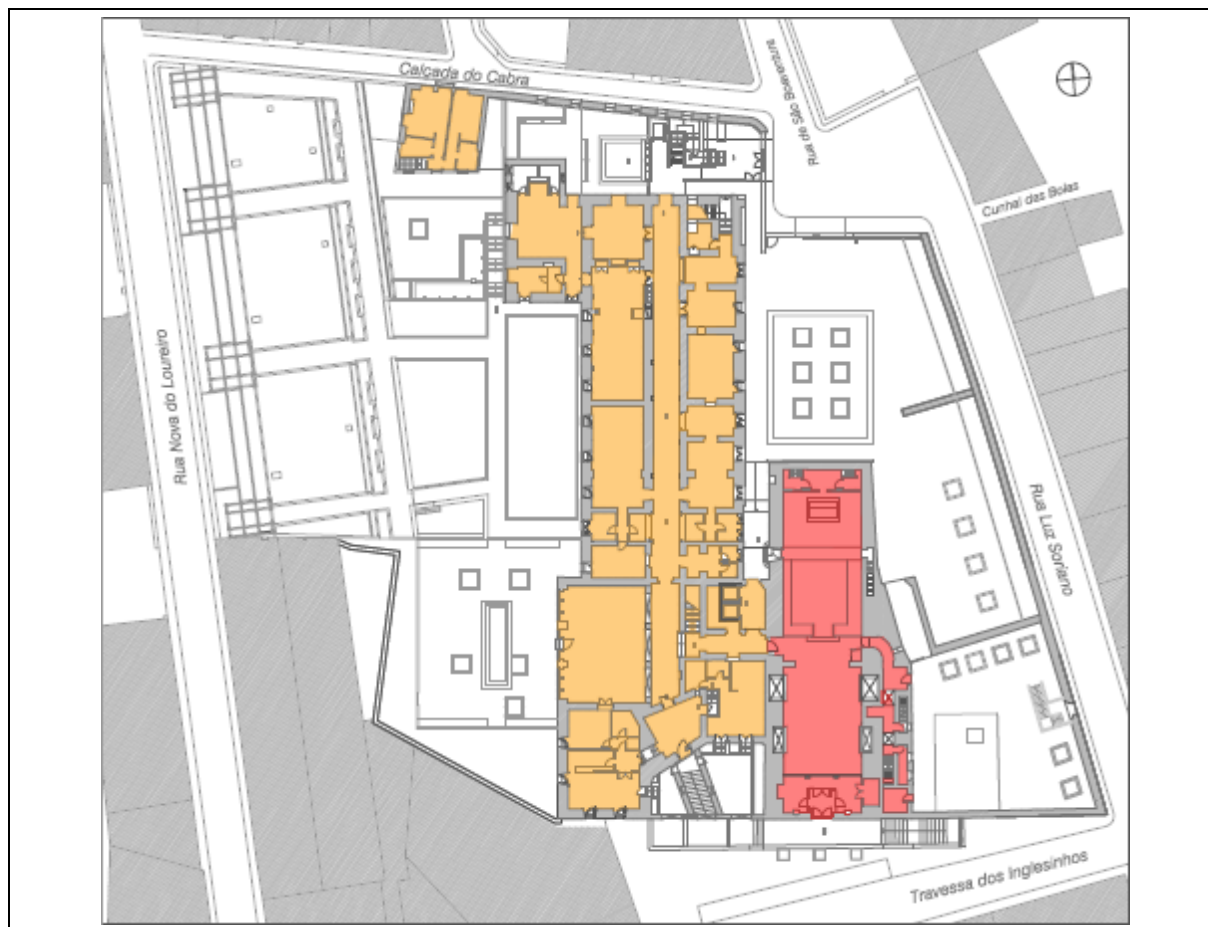


Figura A3.3 - Planta de implantação do edifício do Colégio [99]

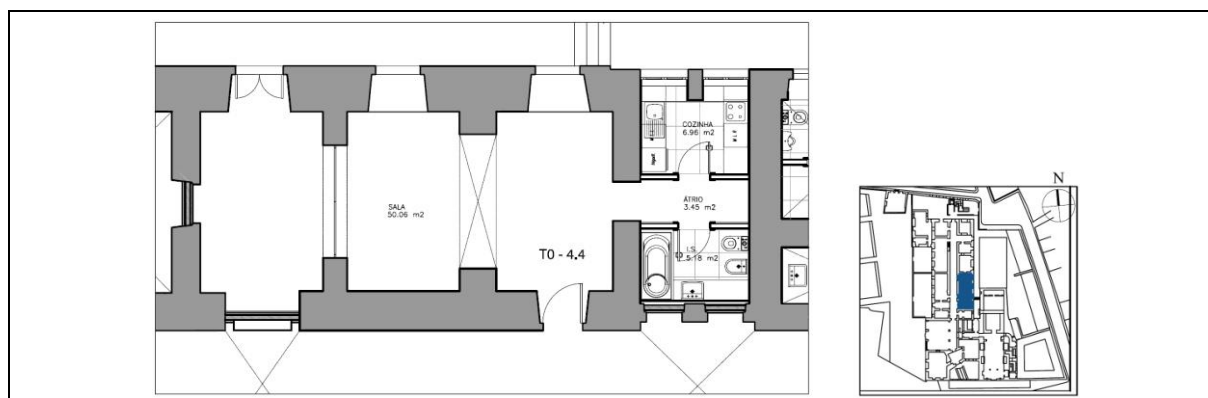


Figura A3.4 – Planta e localização das habitações T0 e T1 [98]

127

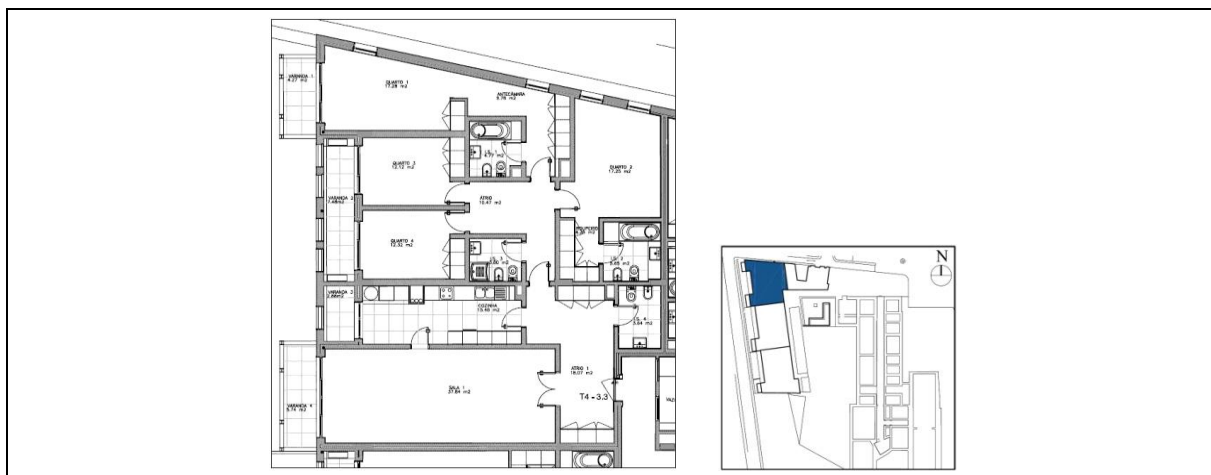


Figura A3.8 - Planta e localização das habitações T4 [98]

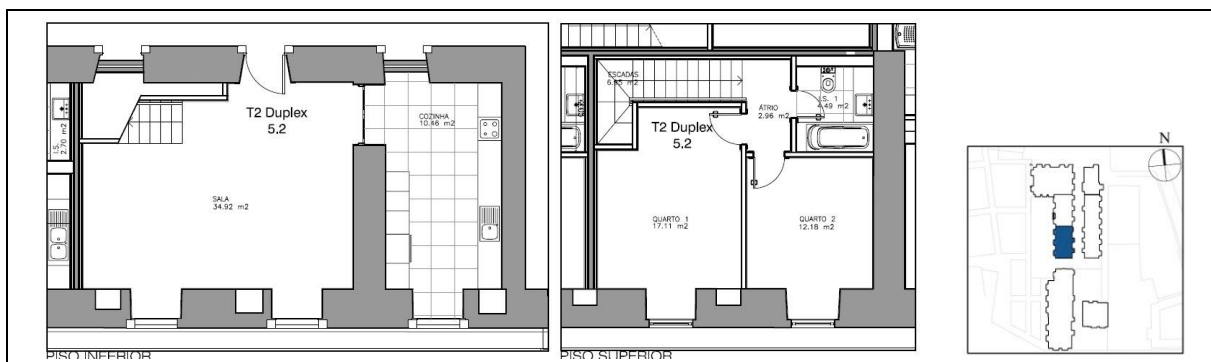


Figura A3.9 - Planta e localização das habitações T2 Duplex [98]

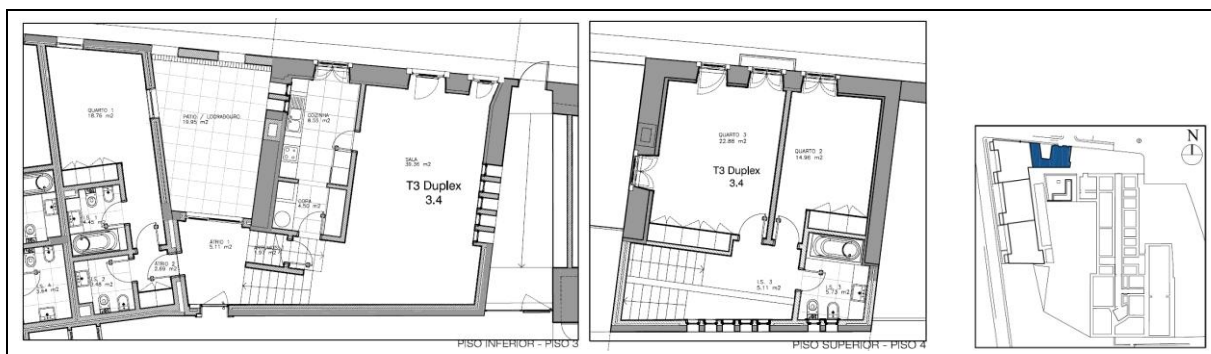


Figura A3.10 - Planta e localização das habitações T3 Duplex [98]

10. Peças desenhadas

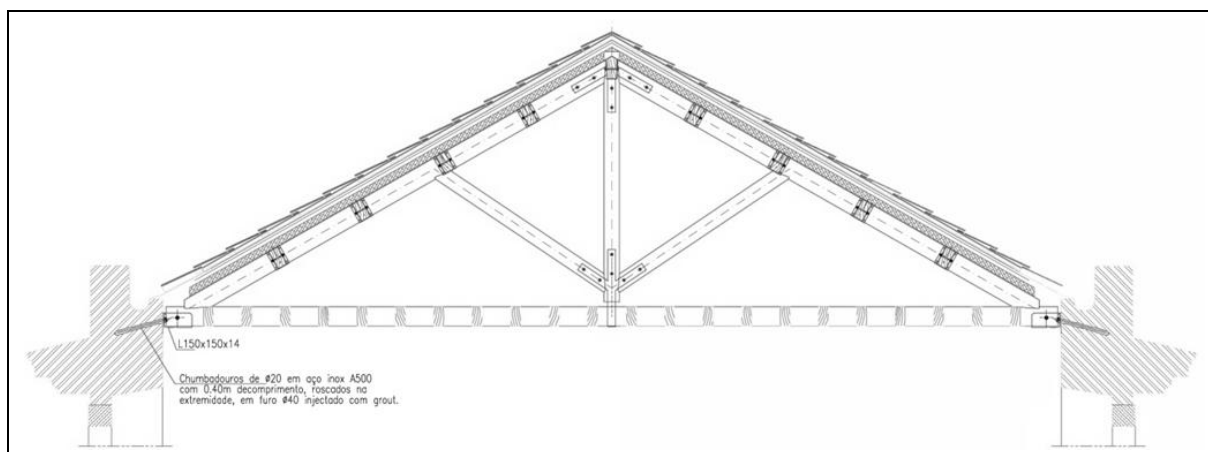


Figura A3.11 - Estrutura da cobertura [99]

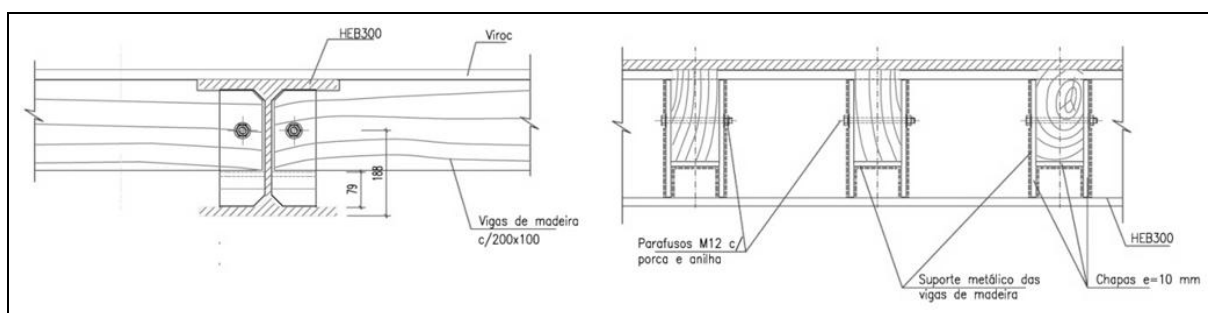


Figura A3.12 - Pavimento de madeira e aço (zonas secas) [99]

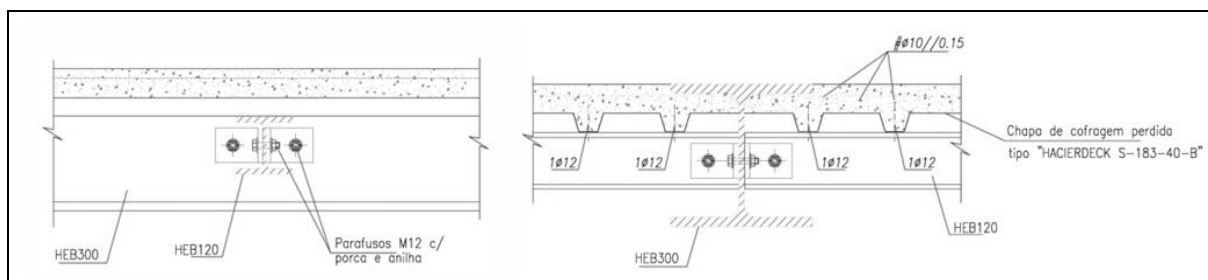


Figura A3.13 - Pavimento misto de aço e betão (zonas húmidas) [99]



Figura A3.14 – Corte do edifício [99]

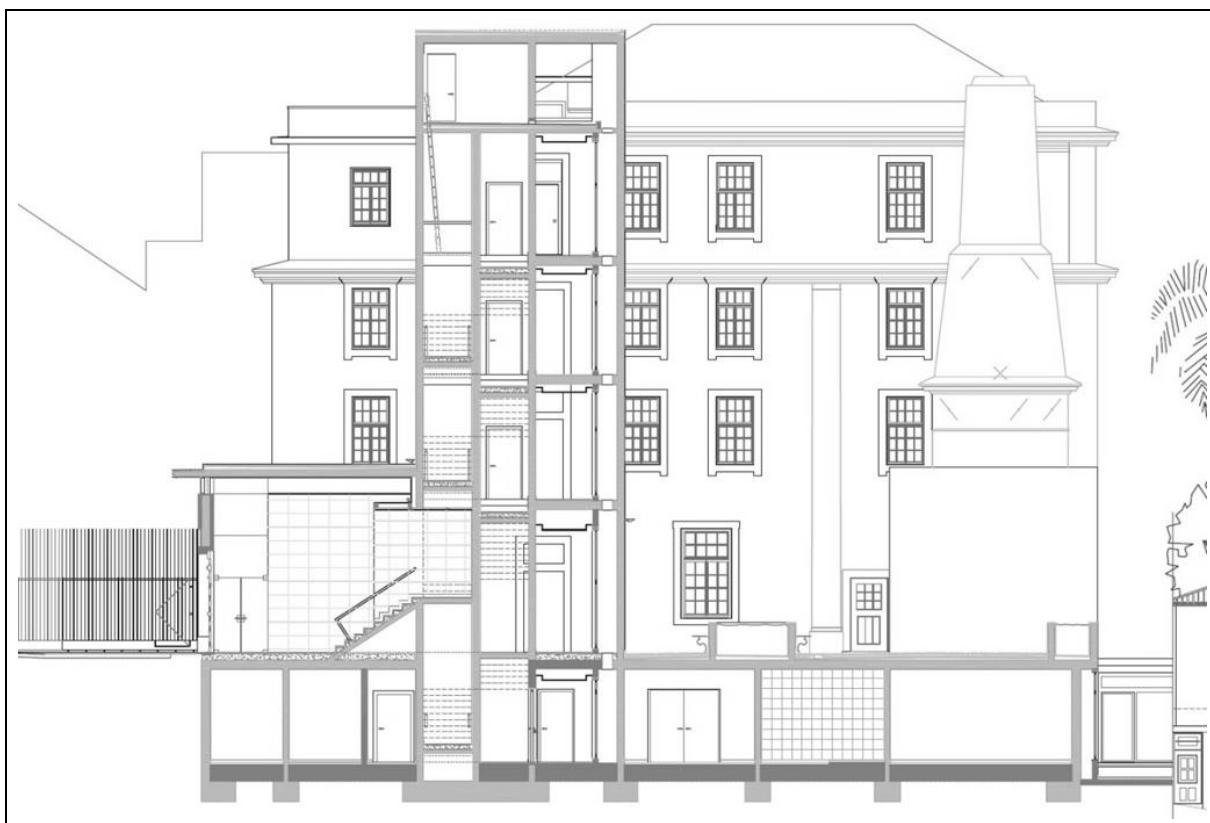


Figura A3.15 – Corte do edifício [99]

11. Galeria de imagens

Edifícios antes e depois da obra



Figura A3.16 – Vista Nordeste do Convento dos Inglesinhos antes e após a obra [100]



Figura A3.17 – Vista de Norte e canto Nordeste do Convento dos Inglesinhos antes e após a obra [100]

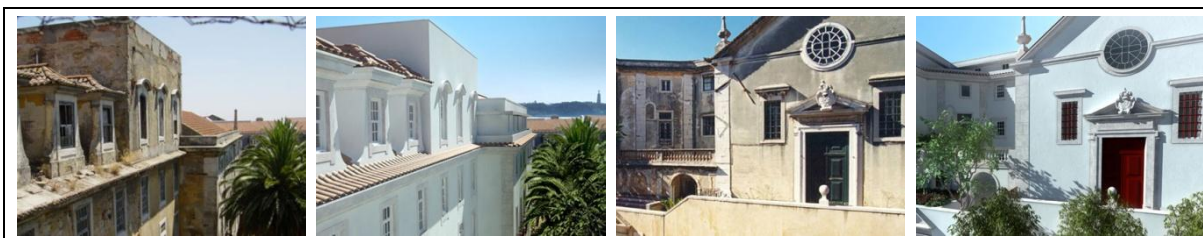


Figura A3.18 – Mansardas e último piso do edifício principal e entrada da capela antes e após a obra [100]

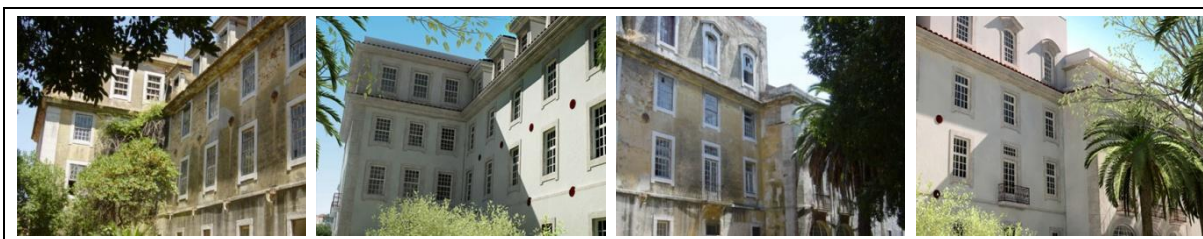


Figura A3.19 – Lado Oeste do edifício principal antes e após a obra [100]



Figura A3.20 – Interior do edifício com o pavimento retirado no piso superior; estrutura metálica de suporte ao novo pavimento [100]



Figura A3.21 – Vista superior de um piso do edifício principal [100]

Jardim interior

Figura A3.22 – Vista Sul e Oeste do jardim interior do empreendimento [100]

Garagem

Figura A3.23 – Garagens do condomínio [100]



Figura A3.24 – Vista exterior do cruzamento da Rua Luiz Soriano com a Calçada do Cabra;
e da Calçada do Cabra com a Rua Nova do Loureiro [100]